

**ANALISA KONVERTER DAYA SEBAGAI
PENYEIMBANG JARINGAN 3 FASA UNTUK
MEMINIMALISIR RUGI-RUGI DAYA PADA
OUTGOING GARDU INDUK SUKOREJO**

SKRIPSI



**Disusun oleh :
SYAIFUL ARIF YULIANTO
NIM : 1212018**

**MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2016**

742000

1. CLASSIFICATION
 OFFICIAL USE ONLY
 GROUP 1 - EXCLUDED
 EXCLUDED FROM AUTOMATIC DOWNGRADING AND DECLASSIFICATION

LE ORTELAIN MINISTRE MOUVE ENJOINT
MONTRELI ROSSONIE MINISTRE ISA S'ESPONNE
ESTELLEME FOUANTICATE SA T'ELLE
OLA-JARE JAMSTELAN ISOLATIONEY YUNTERAI
JUT

LEMBAR PERSETUJUAN

**"ANALISA KONVERTER DAYA SEBAGAI PENYEIMBANG
JARINGAN 3 FASA UNTUK MEMINIMALISIR
RUGI-RUGI DAYA PADA OUTGOING GARDU INDUK SUKOREJO"**

SKRIPSI


*Disusun dan diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan
guna mencapai gelar Sarjana Teknik*

Disusun oleh :

**SYAIFUL ARIF YULIANTO
NIM.1212018**

Diperiksa dan Disetujui,

Dosen Pembimbing I



**Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE
NIP. Y. 1018500108**

Dosen Pembimbing II



**Bambang Prio Hartono, ST, MT
NIP.Y.1028400082**

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1



**M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P. 1030100358**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2016**

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Syaiful Arif Yulianto

NIM : 1212018

Program Studi : Teknik Elektro S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi yang saya buat adalah hasil karya sendiri, tidak merupakan plagiasi dari karya orang lain. Dalam Skripsi ini tidak memuat karya orang lain, kecuali dicantumkan sumbernya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, dan apabila di kemudian hari ada pelanggaran atas surat pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksinya.

Malang, 27 Agustus 2016



Syaiful Arif yulianto

NIM : 1212018

ABSTRAKSI

"ANALISA KONVERTER DAYA SEBAGAI PENYEIMBANG JARINGAN 3 FASA UNTUK MEMINIMALISIR RUGI-RUGI DAYA PADA OUT GOING GARDU INDUK SUKOREJO"

Syaiful Arif Yulianto

1212018

Dosen Pembimbing :

**Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi MSEE
Bambang Prio Hartono, ST.MT**

Jurusan Teknik Elektro S-1, Konsentrasi Teknik Energi Listrik
Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang
Jl. Raya Karanglo Km. 2 Malang

ABSTRAK

Konverter merupakan teknik pengubahan sinyal listrik dari satu bentuk ke bentuk lain yang dibutuhkan. Model dari konverter tiga fasa (Ac / dc-dc / ac) yang terdiri dari rectifier diode, link lossless dc, dan inverter. Ketidakseimbangan beban antar fasa pada jaringan distribusi akan mengakibatkan timbulnya rugi-rugi daya yang besar. Pemasangan konverter daya tiga fasa pada jaringan merupakan salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan akibat antara dua ujung terdapat beda tegangan yang menyebabkan ketidakseimbangan tersebut. Disini akan menganalisa mengenai pengaruh pemasangan konverter daya tiga fasa dalam meminimalisir rugi-rugi daya sekaligus memperbaiki profil tegangan pada out going gardu induk sukorejo pada salah satu penyulang kayoman mengalami penurunan sebesar 18,606 kV dari nominal normal 20 kV. Setelah dilakukan analisa pemasangan konverter yang profil tegangan pada penyulang kayoman kembali kondisi normal.

Kata kunci : *Jaringan distribusi radial tak seimbang, converter daya tiga fasa*

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas tuntunannya penulis dapat menyelesaikan pengerjaan laporan skripsi "Analisa Konverter Daya Sebagai Penyeimbang Jaringan 3 Fasa untuk Meminimalisir Rugi-Rugi Daya Pada Out Going Gardu Induk Sukorejo" dengan baik dan tepat waktunya. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menempuh ujian kelulusan program sarjana Teknik Energi Listrik Institut Teknologi Nasional Malang. Keberhasilan penulis untuk menyelesaikan laporan ini tidak dapat terlepas dari dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MTA selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. H. Anang Suhardi, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri.
3. Bapak Ibrahim Azhari ST, MT selaku kepala Jurusan Teknik Elektro di Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku pembimbing pertama
5. Bapak Bambang Prio Hartono, ST, MT selaku pembimbing kedua.
6. Para staff Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Malang yang sudah membantu penulis dalam menyelesaikan Skripsi.
7. Orang Tua dan teman-teman yang sudah membantu penulis baik itu dalam bentuk materi dan dukungan doa yang selalu menyertai penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.

Dengan senang hati penulis menerima kritik dan saran untuk kinerja penulis yang lebih baik lagi. Sekian dan terima kasih.

Malang, Agustus 2016

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---|------------|
| LEMBAR PERSETUJUAN | i |
| ABSTRAKSI..... | ii |
| KATA PENGANTAR..... | iii |
| DAFTAR ISI..... | v |
| DAFTAR GAMBARIX | ix |
| DAFTAR GRAFIK..... | xi |
| DAFTAR TABEL..... | xii |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1. Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3. Tujuan Pembahasan | 2 |
| 1.4. Batasan Masalah | 2 |
| 1.5. Metode Pembahasan | 2 |
| 1.6. Sistematika Penulisan..... | 3 |
| 1.7. Relevansi | 4 |
| BAB II LANDASAN TEORI | |
| 2.1. Sistem Distribusi Tenaga Listrik | 5 |
| 2.2.1. Sistem jaringan tegangan primer atau Jaringan Tegangan Menengah (JTM) | 8 |
| 2.2.2. Jaringan tegangan distribusi sekunder atau Jaringan Tegangan Rendah (JTR) | 8 |
| 2.2. Struktur Jaringan Distribusi Tenaga Listrik | 8 |
| 2.3. Sistem Jaringan Distribusi Radial | 8 |
| 2.3.1. Jaringan Radial Tipe Pohon | 9 |
| 2.3.2. Jaringan Radial Dengan Tie Dan Switch Pemisah | 10 |
| 2.3.3. Sistem Radial dengan Pembagi Phasa Area..... | 11 |
| 2.3.4. Sistem Radial dengan Beban Terpusat | 11 |

| | |
|--|----|
| 2.4. Aliran Daya Sistem Tenaga Listrik | 12 |
| 2.5. Pola Pembebanan Pada Sistem Distribusi | 12 |
| 2.6. Rugi-rugi Daya Saluran Distribusi..... | 13 |
| 2.7. Klasifikasi BUS | 14 |
| 2.7.1. Slack Bus atau Bus Referensi (Bus SL)..... | 14 |
| 2.7.2. Voltage Controlled Bus atau Bus Generator (Bus PV)..... | 15 |
| 2.7.3. Load Bus atau Bus Beban (Bus PQ)..... | 15 |
| 2.8. Factor Daya..... | 15 |
| 2.8.1. Daya aktif (P) | 15 |
| 2.8.2. Daya reaktif (Q) | 16 |
| 2.8.3. Daya buta (S) | 16 |
| 2.9. Konverter | 17 |
| 2.9.1. CHOPPER | 18 |
| 2.9.2. Rectifier | 19 |
| 2.9.3. Inverter | 19 |

BAB III METODE PENELITIAN

| | |
|--|----|
| 3.1. Analisa Aliran Daya Jaringan Radial | 20 |
| 3.1.1 Data Trafo Tenaga Pada Gardu induk Sukorejo | 21 |
| 3.2. Peralatan Yang digunakan | 22 |
| 3.3. Konverter Daya Tiga Fasa | 22 |
| 3.4. Model Rectifier | 22 |
| 3.5. Model Saluran DC..... | 22 |
| 3.6. Model Inverter..... | 23 |
| 3.7. UPS (Uninterruptible Power Supply) | 23 |
| 3.7.1. UPS Line Interactive | 23 |
| 3.7.2. UPS Offline..... | 24 |
| 3.7.3. UPS On Line..... | 24 |
| 3.8. Algoritma Untuk Solusi Aliran Daya Pada Konverter | 25 |
| 3.9. Algoritma Penyelesaian Masalah | 26 |
| 3.10. Flowchart Penyelesaian Masalah..... | 27 |
| 3.11. Perancangan Simulasi Menggunakan ETAP Power Station..... | 28 |

BAB IV ANALISA PENGARUH PEMASANGAN KONVERTER DAYA PADA OUT GOING GARDU INDUK SUKOREJO

| | |
|---|----|
| 4.1. Konverter pada Penyulang Kayoman | 30 |
| 4.2. Data Pembebanan | 30 |
| 4.3. Konsep konverter | 31 |
| 4.4. Analisa Jaringan Kelistrikan Di Gardu Induk Sukorejo | |

Dengan Software ETAP Power Station32

4.5. Analisa Data Jaringan Kelistrikan Sebelum Dan Sesudah Menggunakan Konverter
di Outgoing Gardu Induk Sukorejo Dengan Software ETAP Power Station
.....33

4.6. Analisis Profil Tegangan dan Rugi-rugi Daya Pada Sistem Outgoing Gardu Induk
Sukorejo dalam Kondisi Base case.....35

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan.....38

5.2. Saran.....38

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4-1. Diagram Batang perbandingan Setelah Pemasangan Konverter dan
Sebelum Pemasangan Konverter.....33

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 3-1 Data Trafo Tenaga Yang Digunakan Pada Gardu Induk Sukorejo | 21 |
| Tabel 4-1 Data Pembebanan Pada Outgoing Gardu Induk Sukorejo | 30 |
| Tabel 4-2 Hasil Simulasi <i>Load Flow Analysis</i> Sebelum Pemasangan Konverter..... | 34 |
| Tabel 4-3 Hasil Simulasi <i>Load Flow Analysis</i> Sebelum Pemasangan..... | 35 |
| Tabel 4-4 Profil Tegangan Kondisi <i>Base Case</i> | 35 |
| Tabel 4-5 Perbandingan Antara Sesudah Pemasangan Konverter Dan Sebelum Pemasangan Konverter | 36 |
| Tabel 4-6 Kondisi Base Case Rugi-Rugi Daya Aktif..... | 36 |
| Tabel 4-7 Perbandingan Kondisi Base Case Rugi-Rugi Daya Aktif Sebelum Dan Sesudah Pemasangan Konverter..... | 37 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2-1 Instalasi Sistem Tenaga Listrik..... | 6 |
| Gambar 2-2 Sistem Jaringan Distribusi Radial..... | 9 |
| Gambar 2-3 Sistem Jaringan Distribusi Radial Type Pohon..... | 10 |
| Gambar 2-4 Sistem Jaringan Distribusi Radial dengan Tie dan Switch Pemisah..... | 10 |
| Gambar 2-5 Jaringan Distribusi Radial dengan Phasa Area..... | 11 |
| Gambar 2-6 Jaringan Distribusi dengan Area Terpusat..... | 11 |
| Gambar 2-7 Gambar Segitiga Daya..... | 17 |
| Gambar 2-8 Skema Rangkaian Rectifier (AC- DC)..... | 19 |
| Gambar 2-9 Skema Inverter 3 Phase..... | 19 |
| Gambar 3-1 Single Line Diagram Gardu induk Sukorejo..... | 20 |
| Gambar 3-2 Diagram Skema Konverter Daya Tiga Fasa..... | 21 |
| Gambar 3-3 Flowchart Algoritma Penyelesaian Masalah..... | 25 |
| Gambar 3-4 Single Line Sistem Jaringan Kelistrikan di Gardu Induk Sukorejo..... | 26 |
| Gambar 4-1 Skema Konsep Konverter Daya Tiga Fasa..... | 30 |
| Gambar 4-2 Skema Konsep Konverter Daya Tiga Fasa Pada Program ETAP Power Station 12.6.0..... | 30 |
| Gambar 4-3 Hasil Load Flow Analysis Jaringan Kelistrikan Outgoing Gardu Induk Menggunakan Software ETAP Power Station Sebelum Pemakaian Konverter..... | 31 |
| Gambar 4-4 Hasil Load Flow Analysis Jaringan Kelistrikan Outgoing Gardu Induk Sukorejo Menggunakan Software ETAP Power Station Sesudah Pemakaian Konverter..... | 32 |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kemajuan teknologi yang cepat memberikan dampak yang cukup besar pada kebutuhan dan pada pemakaian masyarakat akan energi listrik dengan terjadinya peningkatan penambahan jaringan distribusi baru dan peningkatan pemakaian energi listrik oleh konsumen pengguna listrik mengakibatkan terjadinya suatu pola pembebanan yang tidak seimbang antar fasa.

Pada sistem distribusi yang mencatu konsumen, baik konsumen perumahan, komersil, dan industri mempunyai suatu pola pembebanan yang berbeda-beda sehingga menyebabkan ketidakseimbangan beban antar fasa, hal ini berdampak kurang baik kualitas daya dalam penyaluran energi listrik di karenakan ketidakseimbangan beban antar fasa pada sistem distribusi ini akan mengakibatkan timbulnya rugi-rugi daya yang besar.

Konverter daya merupakan suatu perangkat elektronika daya yang di gunakan sebagai penyeimbang daya pada jaringan tiga fasa. Penggunaan konverter daya tiga fasa pada jaringan distribusi dapat mengatasi permasalahan ketidakseimbangan antar fasa tersebut dengan demikian, dengan adanya konverter daya tiga fasa maka sistem distribusi akan menyuplai daya dalam kondisi seimbang sehingga dengan kondisi yang seimbang maka rugi-rugi daya yang timbul dapat diminimalisir.

1.2. Rumusan Masalah

Ketidakseimbangan beban pada sistem distribusi akan mengakibatkan timbulnya rugi-rugi daya besar. Konverter daya tiga fasa merupakan suatu perangkat elektronika daya yang di gunakan sebagai penyeimbang jaringan tiga fasa. Dengan kondisi yang seimbang maka rugi-rugi daya yang terjadi dapat diminimalisir. Permasalahan yang timbul adalah seberapa besar pengaruh pemasangan konverter tiga fasa untuk meminimalisir rugi-rugi daya pada jaringan distribusi primer 20kV type radial.

Di lihat dari permasalahan di atas maka skripsi ini di beri judul :

**"Analisa Konverter Daya Sebagai Penyeimbang Jaringan 3 Fasa
untuk Meminimalisir Rugi-Rugi Daya
pada Out Going Gardu Induk Sukorejo"**

1.3. Tujuan Penulisan

Adapun tujuan penulisan skripsi ini adalah :

1. Menganalisa penempatan konverter pada outugoung gardu induk sukorejo dengan program *ETAP Power Station 12.6.0*
2. Menganalisa pengaruh pemasangan konverter daya tiga fasa terhadap ketidakseimbangan pada profil tegangan.

1.4. Batasan Masalah

Agar permasalahan yang dibahas tidak terlalu meluas, maka ruang lingkup pembahasan adalah sebagai berikut:

1. Analisa di lakukan hanya sebatas pengkajian beban suatu penyulang yang telah diperoleh rugi-rugi daya maupun ketidakseimbangan tegangan.
2. Analisa di lakukan hanya pada salah satu penyulang atau bus yang terjadi gangguan.
3. Tidak membahas sistem kerja alat lainnya secara spesifik.
4. Analisa dengan bantuan program *ETAP Power Station 12.6.0*.

1.5. Metode Pembahasan

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah :

1. Kajian literatur

Yaitu kajian pustaka untuk mempelajari teori-teori yang terkait melalui literatur yang ada, yang berhubungan dengan permasalahan.

2. Pengumpulan Data

Bentuk data yang digunakan adalah :

- Data kuantitatif, yaitu data yang dapat dihitung berupa data *load flow* (*Software ETAP power station*).
- Data kualitatif, yaitu data yang berbentuk diagram. Dalam hal ini *single line diagram*.

3. Melakukan analisis.

4. Kesimpulan

Kesimpulan ini berisi poin-poin dari permasalahan yang telah dianalisa. Selain itu diberikan juga saran atau rekomendasi terkait dengan hal yang telah dianalisa.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk mendapat arah yang tepat mengenai hal-hal yang akan di bahas maka dalam skripsi ini di susun sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, sistematika penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : KAJIAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang teori sistem tenaga listrik, kestabilan sistem tenaga listrik, pengertian tentang konverter daya yang terdiri dari rectifier dan inverter, menjelaskan tentang pengaruh konverter daya tiga fasa yaitu rectifier dan inveter pada jaringan distribusi primer 20kV type radial PT. PLN (Persero).

BAB III : KONVERTER DAYA TIGA FASA PADA OUT GOING GARDU INDUK SUKOREJO PT PLN (PERSERO) AREA PASURUAN

Pada bab ini menjelaskan tentang sistem jaringan dan permasalahan yang terjadi di PT. PLN (Persero) Area Pasuruan.

BAB IV : HASIL DAN ANALISIS HASIL

Bab ini menjelaskan mengenai analisa sistem untuk meningkatkan stabilitas dan hasil simulasi dari *software ETAP Power Station*

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran

DAFTAR PUSTAKA

1.7. Relevansi

Dengan di perkenalkannya konverter daya tiga fasa ini, maka nantinya akan dapat mejadi solusi dalam menyelesaikan permasalahan ketidakseimbangan beban pada out going beban penyulang yang terjadi pada sistem gardu induk, dengan demikian dapat diterapkan oleh pemerintah khususnya PT. PLN (Persero) dalam peningkatan penyaluran tenaga listrik yang lebih baik.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Jaringan distribusi berada pada akhir dari sistem tenaga listrik, perannya mendistribusikan tenaga listrik dari gardu induk ke konsumen melalui gardu distribusi, jadi Sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (Bulk Power Source) sampai ke konsumen.

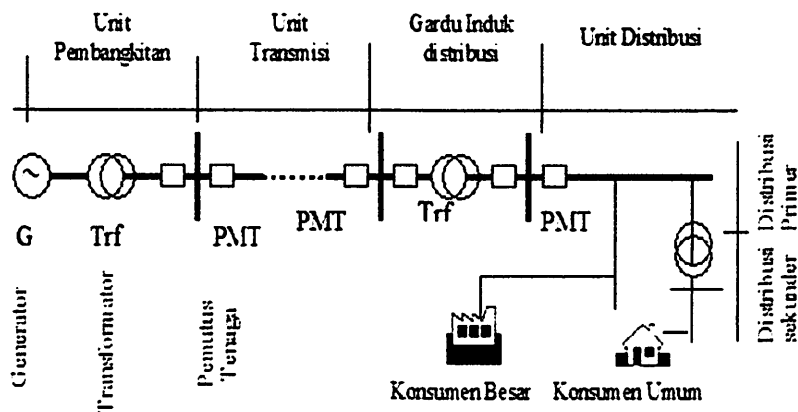
Fungsi distribusi tenaga listrik adalah :

1. Pembagian atau penyaluran tenaga listrik ke beberapa tempat (pelanggan)
2. Merupakan sub sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan, karena catu daya pada pusat-pusat beban (pelanggan) dilayani langsung melalui jaringan distribusi.

Tenaga listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik besar dengan tegangan dari 20kV sampai 70kV dinaikan tegangannya oleh gardu induk dengan transformator penaik tegangan menjadi 150kV, 220kV atau 500kV kemudian disalurkan melalui saluran transmisi. Tujuan menaikkan tegangan ialah untuk memperkecil kerugian daya listrik pada saluran transmisi, dimana dalam hal ini kerugian daya adalah sebanding dengan kuadrat arus yang mengalir ($I^2 R$).

Dengan daya yang sama bila nilai tegangannya diperbesar, maka arus yang mengalir semakin kecil sehingga kerugian daya juga akan kecil pula. Dari saluran transmisi, tegangan diturunkan lagi menjadi 20 kV dengan transformator penurun tegangan pada gardu induk distribusi, kemudian dengan sistem tegangan tersebut penyaluran tenaga listrik dilakukan oleh saluran distribusi primer. Dari saluran distribusi primer inilah gardu-gardu distribusi mengambil tegangan untuk diturunkan tegangannya dengan trafo distribusi menjadi sistem tegangan rendah, yaitu 220/380 Volt. Selanjutnya disalurkan oleh saluran distribusi sekunder ke konsumen-konsumen.

Dengan ini jelas bahwa sistem distribusi merupakan bagian yang penting dalam sistem tenaga listrik secara keseluruhan. Pada sistem penyaluran daya jarak jauh, selalu digunakan tegangan setinggi mungkin, dengan menggunakan trafo-trafo step-up. Nilai tegangan yang sangat tinggi ini *high voltage*, *ultra high voltage*, *extra high voltage* (HV,UHV,EHV) menimbulkan beberapa konsekuensi antara lain : berbahaya bagi lingkungan dan mahal nya harga perlengkapan-perengkapannya, selain menjadi tidak cocok dengan nilai tegangan yang dibutuhkan pada sisi beban. Maka, pada daerah-daerah pusat beban tegangan saluran yang tinggi ini diturunkan kembali dengan menggunakan trafo-trafo step-down. Akibatnya, bila ditinjau nilai tegangannya, maka mulai dari titik sumber hingga di titik beban, terdapat bagian-bagian saluran yang memiliki nilai tegangan berbeda^[1].



Gambar 2-1 Instalasi Sistem Tenaga Listrik

Secara umum bentuk fisik sistem distribusi terdiri atas beberapa bagian yaitu :

- Gardu Induk

Berfungsi menerima tenaga listrik dari jaringan tegangan tinggi/tegangan ekstra tinggi (bertegangan 500 KV, 150 KV, atau 70 KV) dan menurunkan tegangannya menjadi tegangan jaringan primer.

- Jaringan Distribusi Primer

Berfungsi menyalurkan energi listrik dari gardu induk ke trafo-trafo distribusi dimana tegangan kerjanya adalah 20 KV.

- Gardu Hubung

Berfungsi sebagai penghubung (titik temu) dua atau lebih jaringan primer.

- Trafo Distribusi

Berfungsi menurunkan maupun menaikkan tegangan dari distribusi primer (20 kV) menjadi tegangan untuk distribusi sekunder (220 V/380 V).

- Jaringan Distribusi Sekunder

Jaringan yang menyalurkan tenaga listrik dari trafo distribusi sampai pelanggan dimana tegangan kerjanya adalah 220/380 V. Untuk lebih jelasnya lihat gambar berikut ini tentang sistem distribusi.

Instalasi Tenaga Listrik adalah bangunan sipil, elektromekanik, mesin, peralatan, saluran dan perlengkapan yang digunakan untuk pembangkitan, konversi, transmisi, distribusi dan pemanfaatan tenaga listrik.

^[2] Dalam pendistribusian listrik ke konsumen, tegangan yang digunakan bervariasi tergantung dari jenis konsumen yang membutuhkan. Untuk konsumen industri biasanya digunakan tegangan menengah 20 kV, sedangkan untuk konsumen perumahan digunakan tegangan rendah 220/380 Volt, yang merupakan tegangan siap pakai untuk peralatan-peralatan rumah tangga. Dengan demikian maka sistem distribusi tenaga listrik dapat di klasifikasikan menjadi dua bagian sistem yaitu :

1. Distribusi Primer, sering disebut Sistem Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dengan tegangan operasi nominal 70 kV/20 kV
2. Distribusi Sekunder, sering disebut Sistem Jaringan Tegangan Rendah (JTR) dengan tegangan operasi nominal 220/380 Volt

Pengklasifikasian sistem distribusi tenaga listrik menjadi dua ini berdasarkan tingkat tegangan distribusinya.

2.1.1. Sistem jaringan tegangan primer atau Jaringan Tegangan Menengah (JTM)^[3].

Yaitu berupa Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM) atau Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM). Jaringan ini menghubungkan sisi sekunder trafo daya di Gardu Induk menuju ke Gardu Distribusi, besar tegangan yang disalurkan adalah 70kV atau 20 kV.

2.1.2. Jaringan tegangan distribusi sekunder atau Jaringan Tegangan Rendah (JTR)

Salurannya bisa berupa SKTM atau SUTM yang menghubungkan Gardu Distribusi/sisi sekunder trafo distribusi ke konsumen. Tegangan sistem yang digunakan adalah 220 Volt dan 380 Volt.

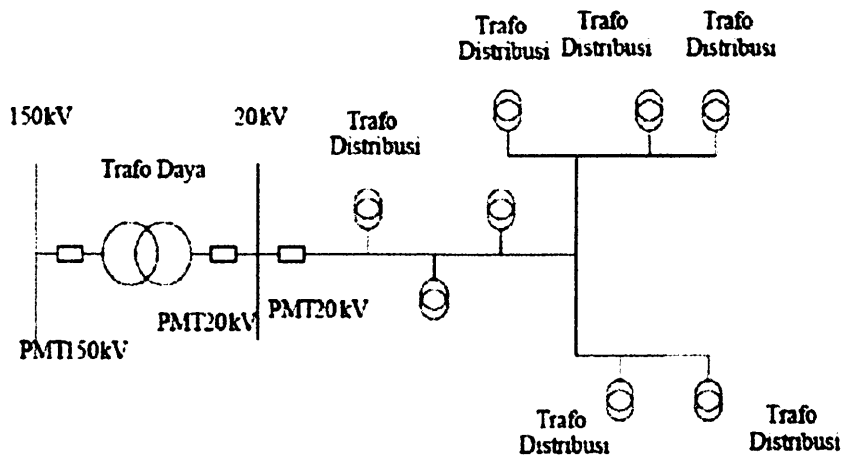
2.2. Struktur Jaringan Distribusi Tenaga Listrik

Ada beberapa bentuk jaringan yang umum dipergunakan untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik yaitu :

1. Sistem jaringan distribusi radial
2. Sistem jaringan distribusi rangkaian tertutup (*loop*)
3. Sistem jaringan grid

2.3. Sistem Jaringan Distribusi Radial

Sistem distribusi dengan pola Radial seperti Gambar di bawah ini Adalah sistem distribusi yang paling sederhana dan ekonomis. Pada sistem ini terdapat beberapa penyulang yang menyuplai beberapa gardu distribusi secara sederhana. sistem ini dikatakan radial karena dari kenyataan bahwa jaringan ini di tarik secara radial dari gardu induk ke pusat-pusat beban atau konsumen yang di layaninya. Sistem ini terdiri terdiri dari saluran utama (*main feeder*) dan saluran cabang (*lateral*) seperti pada gambar 2-2.



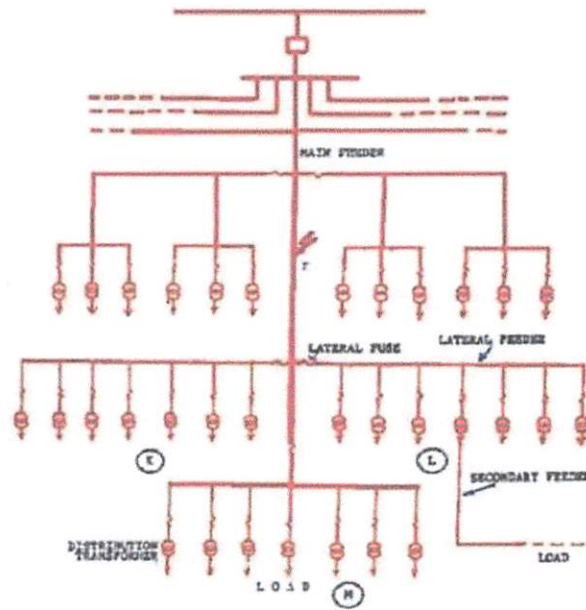
Gambar 2-2 Sistem Jaringan Distribusi Radial

Pelayanan tenaga listrik untuk suatu daerah beban tertentu dilaksanakan dengan memasang transformator di sembarang titik pada jaringan yang sedekat mungkin dengan daerah beban yang di layani. Untuk daerah beban yang menyimpang jauh dari saluran utama maupun saluran cabang, maka akan di tarik lagi saluran tambahan yang di cabangkan pada saluran tersebut.

Kelemahan yang dimiliki oleh sistem radial adalah jatuh tegangan yang cukup besar dan bila terjadi gangguan pada sistem akan mengakibatkan jatuhnya sebagian atau bahkan keseluruhan beban sistem. Keandalan sistem jaringan distribusi radial yang dimiliki adalah mempunyai bentuk yang sederhana dan memerlukan biaya yang relatif murah.

2.3.1. Jaringan Radial Tipe Pohon

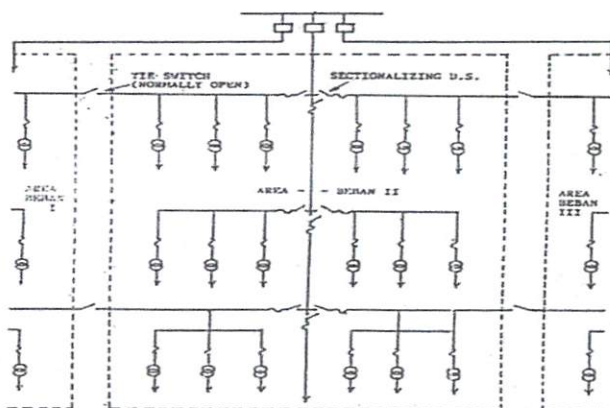
Bentuk ini merupakan bentuk yang paling dasar. Satu saluran utama (*main feeder*) dibentang menurut kebutuhannya, selanjutnya dicabangkan dengan saluran cabang (*lateral penyulang*) dan lateral penyulang ini dicabang-cabang lagi dengan *sublateral penyulang* (*anak cabang*). Sesuai dengan kerapatan arus yang ditanggung masing-masing saluran, ukuran penyulang utama adalah yang terbesar, ukuran lateral adalah lebih kecil dari penyulang utama, dan ukuran sub lateral adalah yang terkecil. *main feeder* merupakan saluran yang dialiri arus yang terbesar, selanjutnya arus mengecil pada setiap cabang tergantung dari besarnya beban.



Gambar 2-3 Sistem Jaringan Distribusi Radial Tipe Pohon

2.3.2. Jaringan Radial Dengan Tie Dan Switch Pemisah

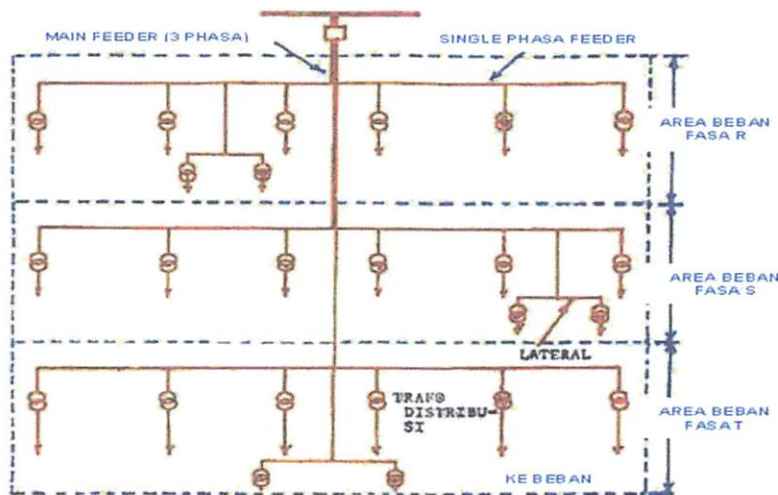
Bentuk ini merupakan modifikasi bentuk dasar dengan menambahkan tie dan switch pemisah, yang diperlukan untuk mempercepat pemulihan pelayanan bagi konsumen, dengan cara menghubungkan areaarea yang tidak terganggu pada penyulang yang bersangkutan, dengan penyulang di sekitarnya. Dengan demikian bagian penyulang yang terganggu dilokalisir, dan bagian penyulang lainnya yang "tak terganggu" segera dapat dioperasikan kembali, dengan cara melepas switch yang terhubung ke titik gangguan, dan menghubungkan bagian penyulang yang tak terganggu tersebut ke penyulang di sekitarnya.



Gambar 2-4 Sistem Jaringan Distribusi Radial dengan Tie dan Switch Pemisah

2.3.3. Sistem Radial dengan Pembagi Fasa Area

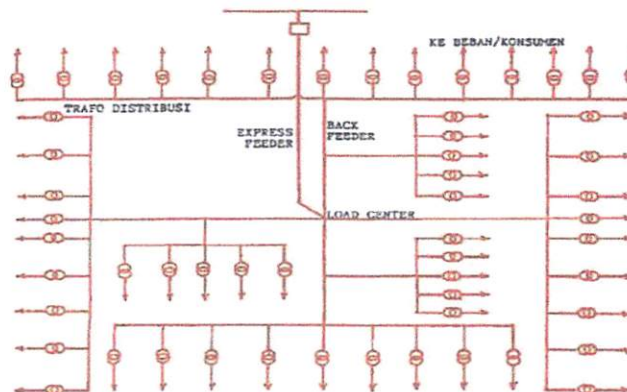
Pada bentuk ini masing-masing fasa dari jaringan bertugas melayani daerah beban yang berlainan. Bentuk ini akan dapat menimbulkan akibat kondisi sistem 3 fasa yang tidak seimbang (simetris), bila digunakan pada daerah beban yang baru dan belum mantap pembagian bebannya. Karenanya hanya cocok untuk daerah beban yang stabil dan penambahan maupun pembagian bebannya dapat diatur merata dan simetris pada setiap fasanya.



Gambar 2-5 Jaringan Distribusi Radial dengan Fasa Area

2.3.4. Sistem Radial dengan Beban Terpusat

Bentuk ini mencatu daya dengan menggunakan penyulang utama (main feeder) yang disebut "express feeder" langsung ke pusat beban, dan dari titik pusat beban ini disebar dengan menggunakan "back feeder" secara radial.



Gambar 2-6 Jaringan Distribusi dengan Area Terpusat

2.4. Aliran Daya Sistem Tenaga Listrik

Analisa aliran daya merupakan studi dasar dalam menganalisa suatu sistem Tenaga Listrik, baik untuk perencanaan maupun operasi. Pada dasarnya sasaran utama dari semua analisa aliran daya adalah menentukan besar dan sudut fasa tegangan pada setiap bus, dengan diketahuinya tegangan maka daya aktif (P) dan daya reaktif (Q) dapat dihitung.

Jika P dan Q pada dua buah bus diketahui maka aliran daya dengan jelas dapat diketahui, serta rugi-rugi daya saluran penghubung dapat diketahui.

Secara umum tujuan analisa aliran daya adalah:

1. Untuk memeriksa tegangan dan sudut fasa masing-masing bus.
2. Untuk memeriksa kemampuan semua peralatan yang ada dalam sistem apakah cukup besar untuk menyalurkan daya yang diinginkan.
3. Untuk memperoleh kondisi awal bagi studi-studi selanjutnya, yakni studi hubung singkat, studi rugi-rugi transmisi dan studi stabilitas.

2.5. Pola Pembebanan Pada Sistem Distribusi ^[4]

Secara umum pembebanan pada sistem distribusi dapat diklasifikasikan menjadi 3 macam yaitu :

1. Beban Perumahan (Rumah Tangga)

Beban perumahan pada umumnya berupa penerangan elektronika dan lain-lainnya.

2. Beban Komersial

Beban komersial pada umumnya berupa penerangan reklame, patung di pinggir jalan dan lain-lainnya.

3. Beban Industri

Beban industri dapat diklasifikasikan menjadi :

- Skala kecil
- Skala menengah
- Skala besar

2.6. Rugi-rugi Daya Saluran Distribusi ^[5].

Rugi-rugi daya adalah besar daya yang hilang dalam penyaluran daya listrik. Rugi-rugi daya terdiri dari rugi-rugi daya aktif dan rugi-rugi daya reaktif.

Dalam setiap penyaluran daya listrik ke beban pasti terdapat rugi-rugi daya yang diakibatkan oleh faktor-faktor tertentu seperti jarak saluran listrik ke beban yang terlalu jauh, yang juga akan berakibat bertambah besarnya tahanan saluran kabel yang digunakan.

Rugi-rugi daya dapat terjadi pada komponen-komponen umum pada sistem tenaga listrik seperti :

1. rugi pada penyulang utama dan peralatan saluran.
2. rugi pada trafo distribusi.

Besarnya rugi-rugi daya pada jaringan tiga fasa adalah sebagai berikut :

$$P_{loss} = 3 \times I^2 \times R \times L.$$

$$P_{loss} = (P^2 \times R \times L) \text{ atau } P_{loss} = V^2 \times (\cos \theta)^2$$

Dengan

$$I = P = (\sqrt{3} \times V \times \cos \theta)$$

Dimana

$$P_{loss} = 3 \times I^2 \times R \times L$$

$$P_{loss} = (3 \times (P)^2 R \times L) \text{ atau}$$

$$((\sqrt{3})^2 \times (V)^2 \times (\cos \theta)^2)$$

$$P_{loss} = (P^2 \times R \times L) \text{ atau } (V^2 \times (\cos \theta)^2)$$

Keterangan :

P_{loss} = Rugi-rugi daya (Watt)

P = Daya yang disalurkan (Watt)

V = Tegangan kerja sistem (Volt)

I = Arus yang disalurkan (Amper)

R = Tahanan Saluran (Ohm/ meter)

L = Panjang Saluran (meter)

$\cos \theta$ = Faktor Daya

2.7. Klasifikasi BUS

BUS adalah titik pertemuan / hubungan trafo-trafo distribusi, transmisi dan peralatan listrik lainnya untuk menerima dan menyalurkan tenaga listrik / daya listrik. Sistem tenaga listrik tidak hanya terdiri dua bus, melainkan terdiri dari beberapa bus yang akan diinterkoneksi satu sama lain. Daya listrik yang diinjeksikan oleh generator kepada salah satu bus, bukan hanya dapat diserap oleh beban bus tersebut melainkan juga dapat diserap oleh beban di bus yang lain. Kelebihan daya pada bus akan dikirimkan melalui saluran transmisi ke bus-bus lain yang kekurangan daya.

Dalam study aliran daya seluruh bus yang terdapat pada suatu jaringan diklasifikasikan menjadi :

2.7.1. Slack Bus atau Bus Referensi (Bus SL)

Slack bus sering juga disebut dengan swing bus atau rel berayun. Adapun besaran yang diketahui dari bus ini adalah harga skalar tegangan $[V]$ dan sudut θ . Besaran yang dapat dihitung dari bus ini adalah daya aktif (P) dan daya reaktif (Q).

2.7.2. Voltage Controlled Bus atau Bus Generator (Bus PV)

Pada bus ini tegangan selalu di buat konstan. Besaran yang dapat di hitung dari bus ini adalah daya reaktif (Q) dan sudut fasanya θ .

2.7.3. Load Bus atau Bus Beban (Bus PQ)

Setiap bus yang tidak memiliki generator disebut dengan load bus. Pada bus ini daya aktif (P) dan daya reaktif (Q) diketahui sehingga sering juga disebut Bus PQ. Daya aktif dan reaktif yang di suplai ke dalam sistem tenaga adalah mempunyai nilai positif, sementara daya aktif dan reaktif yang di konsumsi bernilai negatif. Besaran yang dapat di hitung pada bus ini adalah harga skalar tegangan $[V]$ dan sudut fasanya θ .

2.8. Factor Daya^[5].

Faktor daya listrik adalah perbandingan antara daya aktif dengan daya buta, atau dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$FaktorDaya = \frac{P}{S}$$

dimana :

P = daya aktif dalam (kW)

S = daya buta dalam (kVA)

Umumnyaa faktor daya listrik ini disebut juga cosinus phi. ($\cos \phi$).

Beberapa istilah listrik yang perlu diketahui yang erat kaitannya dengan faktor daya listrik antara lain :

2.8.1. Daya aktif (P)

Daya aktif adalah daya yang timbul akibat mengalirnya arus listrik melalui hambatan / resistor seperti lampu pijar, elemen pemanas atau heater. Daya ini dipergunakan untuk melakukan kerja atau dengan kata lain daya yang benar-benar digunakan sesuai dengan kebutuhan tenaga listrik. Satuan dari daya aktif ini adalah Watt atau kilo Watt.

Daya nyata pada satu fasa dinyatakan dalam persamaan :

$$P = [V] \times [I] \times \cos \theta$$

Daya nyata pada tiga fasa seimbang dinyatakan dalam persamaan :

$$P = \sqrt{3} [V_{jala} - j_{ala}] \times [I_{jala} - j_{ala}] \times \cos \theta$$

2.8.2. Daya reaktif (Q)

a. Daya reaktif induktif

daya reaktif induktif adalah daya yang timbul akibat mengalirnya arus listrik melalui kumparan-kumparan kawat seperti pada motor-motor listrik, transformer, balast pada lampu neon dll

b. Daya reaktif kapasitif

daya reaktif kapasitif adalah daya yang timbul akibat mengalirnya arus listrik pada sebuah kapasitor. Satuan dari daya reaktif ini adalah volt ampere reaktif (VAR) atau kilo volt ampere reaktif (KVAR).

Daya reaktif pada satu fasa dinyatakan dalam persamaan :

$$P = [V] \times [I] \times \cos \theta$$

Daya reaktif pada tiga fasa seimbang dinyatakan dalam persamaan :

$$P = \sqrt{3} [V_{jala} - j_{ala}] \times [I_{jala} - j_{ala}] \times \cos \theta$$

2.8.3. Daya buta (S)

Daya buta adalah hasil perkalian antara arus dan tegangan listrik pada suatu beban. Secara matematis dinyatakan dengan persamaan :

$$S = \sqrt{3} \times V \times I \text{ (untuk sistem 3 phase)}$$

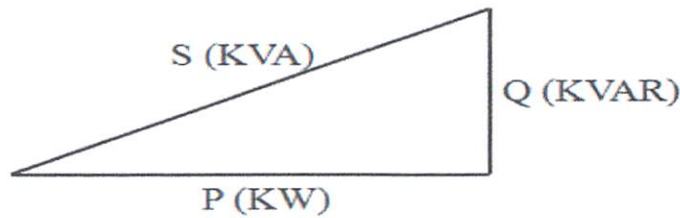
dimana :

V = tegangan antar phase dari sistem, satuan volt

I = arus listrik beban, satuan ampere

S = daya buta , satuan volt ampere.

Hal ini dapat pula dinyatakan sebagai penjumlahan secara vektoris antara daya aktif dengan daya reaktif.



Gambar 2-7 Gambar Segitiga Daya

Hubungan antara ketiga daya listrik tersebut, secara matematika dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$S^2 = P^2 + Q^2$$

$$\text{Faktor Daya Listrik} = \cos \theta = \frac{P}{S} \text{ atau } P = S \times \cos \theta$$

$$\sin \theta = \frac{Q}{S} \text{ atau } Q = S \times \sin \theta$$

$$\text{Arus Listrik Beban per Fasa} = I = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} \text{ atau } I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \theta}$$

2.9. Konverter^[6]

Arus listrik terdiri atas dua macam, yaitu arus searah (*direct current*) dan arus bolak balik (*alternating current*). Kebutuhan sumber listrik yang dibutuhkan bisa jadi berbeda dengan sumber listrik yang tersedia, termasuk juga pengaturan karakteristik sumber listrik tersebut. Oleh karena itu dalam bab keenam ini membahas tentang konverter. Konverter berfungsi untuk mengubah sinyal listrik dari satu bentuk ke bentuk lain yang dibutuhkan.

Terdapat empat macam konverter, yaitu:

1. Chopper (konverter DC ke DC)
2. Rectifier (konverter AC ke DC)
3. Inverter (konverter DC ke AC)
4. Cycloconverter (konverter AC ke AC)

Hasil konversi terdiri atas dua macam, yaitu fix output dan variable output.

2.9.1. CHOPPER

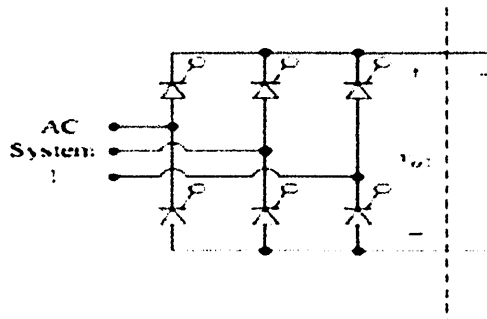
Chopper digunakan untuk mengatur atau mengubah tegangan searah menjadi tegangan searah dengan tegangan masukan yang tetap sedangkan tegangan keluarannya dapat di atur. Penggunaan:

- a. pengendalian motor DC untuk peralatan pemindah yang cepat
- b. kendaraan listrik
- c. pengaturan eksitasi mesin-mesin listrik
- d. pengendalian tegangan searah masukan untuk inverter

Ada dua macam cara pengolahan daya dari DC ke DC, yaitu tipe linier dan tipe peralihan (switching). Tergantung dari jenis aplikasinya, masing masing tipe memiliki kelebihan dan kekurangan. Namun dalam perkembangannya, tipe peralihan semakin populer terutama karena kelebihannya dalam mengubah daya secara jauh lebih efisien dan pemakaian komponen yang ukurannya lebih kecil. Dalam pembahasan ini, akan dibahas beberapa metodologi yang termasuk dalam tipe peralihan, khususnya yang digunakan untuk mengubah daya DC-DC. Untuk lebih memahami keuntungan dari tipe peralihan

2.9.2. Rectifier

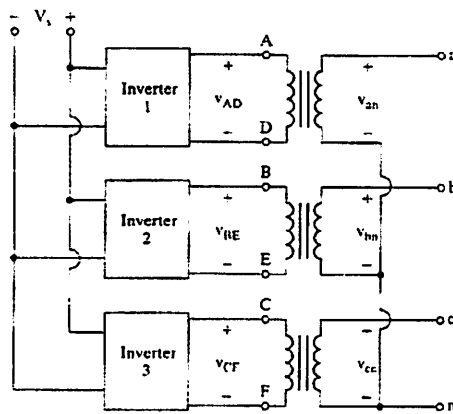
Rectifier adalah suatu rangkaian listrik yang digunakan untuk mengubah tegangan bolak balik menjadi tegangan searah (AC-DC). Berikut gambar 2-7 dibawah skema dari rangkaian AC-DC.



Gambar 2-8 Skema Rangkaian Rectifier (AC- DC)^[6].

2.9.3. Inverter

Inverter adalah rangkaian listrik yang digunakan untuk mengubah tegangan searah menjadi tegangan bolak balik (DC-AC). Fungsi sebenarnya adalah untuk merubah tegangan masukan DC ke tegangan keluaran AC dengan tegangan dan frekuensi yang dapat diatur. Perubahan tegangan AC ditentukan oleh perubahan tegangan DC dengan penguat inverter harus tetap konstan. Disisi lain jika tegangan masukan DC tetap dan tidak bervariasi, perubahan tegangan keluaran dapat ditentukan oleh perubahan penguat pada inverter. Hal seperti ini pada umumnya terjadi pada PWM (Pulse Width Modulation) dalam inverter. Berikut dibawah ini 2-8 gambar skema inverter 3 fasa.



Gambar 2-9 Skema Inverter 3 Phase ^[6]

BAB III

METODE PENELITIAN

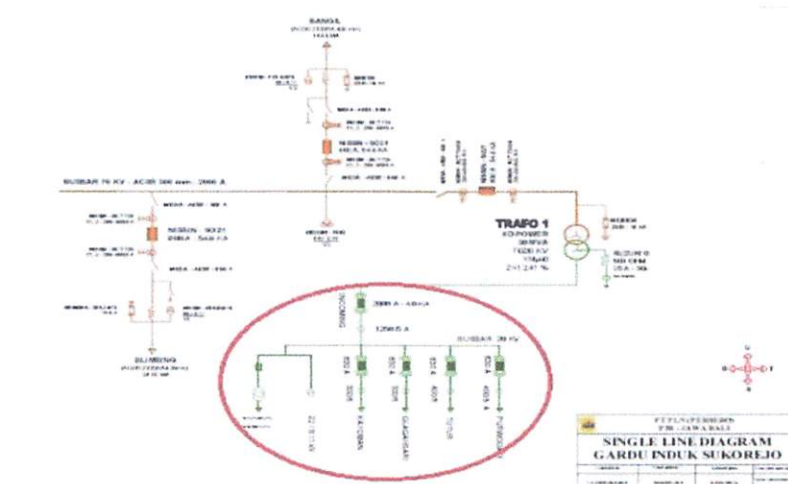
3.1. Analisa Aliran Daya

Rangkaian utama dalam perancangan ini yaitu rangkaian inverter tiga fasa. Inverter tiga fasa merupakan suatu piranti yang mampu mengkonversi tegangan dan arus searah menjadi arus bolak-balik. Sebelum melakukan suatu analisa terhadap pengaruh pemasangan konverter pada jaringan type radial maka perlu dilakukan suatu proses aliran daya yang digunakan untuk mengetahui kondisi dari sistem jaringan type radial tersebut.

Adapun tujuan dari dilakukannya suatu proses analisa aliran daya adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui profil tegangan pada setiap bus dari sistem jaringan.
2. Untuk mengetahui besarnya daya yang mengalir pada setiap cabang saluran dari struktur jaringan.

Sistem jaringan yang akan dianalisa adalah gardu induk sukorejo penyulang kayoman yang merupakan salah satu out going dari gardu induk sukorejo yang memiliki 4 penyulang. Single line dari gardu induk sukorejo seperti tampak pada gambar 3-1 dibawah ini. Yang mengalami penurunan profil tegangan.



Gambar 3-1 Single Line Diagram Gardu induk Sukorejo

3.1.1. Data Trafo Tenaga Garrdu Induk Sukorejo

Tabel 3-1 Data trafo tenaga yang digunakan pada gardu induk sukorejo

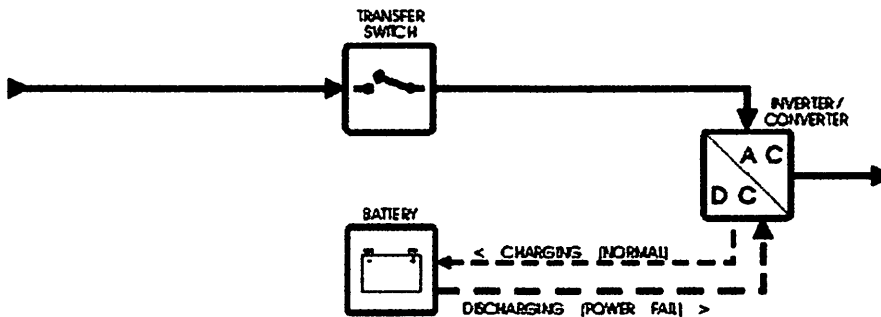
| | | | |
|---|--------------------------------|--|--|
| <i>XD POWER TRANSFORMER WITH ON-LOAD TAP CHANGER</i> | | <i>CURRENT TRANSFORMER (PHASA S)</i> | |
| TYPE SFZ10-30000/70 | | STANDARD CODE GB 1208-2006 | |
| STANDARD CODE IEC 60076 | | SERIAL CODE C2009T059-4 DATE 2009.10 | |
| PRODUCT CODE ZT1710A0772.1 | | TYPE LR-70 TERMINAL 1S1-1S2 | |
| INSULATION LEVEL h.v. LINE TERMINAL L1/AC 325/140 kV | | RATIO OF CURRENT 350/5 RATED POWER (VA) 20 | |
| h.v. NEUTRAL TERMINAL L1/AC 325/140 kV | | ACCURACY CLOSS 0,5 | |
| l.v. LINE TERMINAL L1/AC 125/50 kV | | RATED MULTIPLIER (10%) | |
| l.v. NEUTRAL TERMINAL L1/AC 125/50 kV | | CAUTION THE HIGH VOLTAGE WILL HAPPEN DURING THE SECONDARY CIRCUIT OPENING | |
| EQUIPMENT TYPE OUT DOOR | | XI'AN XIBIAN ZHONG TE ELECTRIC CO.LTD | |
| ALTITUDE ≤ 1000 | | | |
| TYPE OF COOLING ONAN/ONAF (70%/100%) | | <i>GAS RELAY (RELE BUCHOLZ)</i> | |
| RATED FREQUENCY 50 Hz | | 250 V 0,3 A MODEL QJ1-80A-TH JB/T9647-1999 | |
| NO OF PHASES 3 PHASE | | NO 2009-8-204 | |
| RATED POWER 30000 kVA | | SHENYANG SIXING RELAY MANUFACTURE LTD.CHINA | |
| RATED VOLTAGE (70)/20 kV | | | |
| VECTOR GROUP YNyn0 | | <i>PRESSURE RELIEF VALVE (RELE SUDDEN PRESSURE)</i> | |
| TEMPERATURE RISE OF OIL 50 K | | TYPE YSF9-55/130 KJ SERIES NO S359 | |
| TEMPERATURE RISE OF WINDING 55 K | | WEIGHT 14,3 kg MANUFACTURE DATE 2009.09 | |
| TYPE OF OIL SHE II DIALA B | | XI'AN XIBIAN COMPONENTS CO.LTD | |
| TYPE OF TAP CHANGER MP VIII350Y/76-10191W+ED100S | | | |
| SHORT CIRCUIT IMPEDANCE 12,41 % | | <i>RELE JANSEN</i> | |
| NO LOAD CURRENT 0,10 % | | MR 545883 1.2-NO | |
| NO LOAD LOSS 18,58 kW | | | |
| LOAD LOSS 99,08 kW | | <i>OIP TRANSFORMER BUSHING (BUSHING 70 kV)</i> | |
| WEIGHT OF UPPER TANK 4300 kg | | OIP TRANSFORMER BUSHING | |
| ACTIVE BODY & LOWER TANK WEIGHT 33060 kg | | TYPE NO BRDLW - 72.5 / 630 - 4 CAT.NO 129 | |
| TOTAL OIL WEIGHT 14150 | RATED VOLTAGE 72.5 kV | CAPACITANCE C1 304 pF | |
| TRANSPORTATION WEIGHT (OIL FILLED) 48500 kg | RATED CURRENT 630 A | CAPACITANCE C2 - pF | |
| (NITROGEN FILLED) 38150 kg | OIL WEIGHT (DB- 45) 8 kg | TOTAL WEIGHT 98 kg | |
| TOTAL WEIGHT 58600 kg | PRODUCTION NO 2009 - 191 ØR | PRODUCTION DATE 2009.9 | |
| SERIAL NUMBER C2009T059-4 | | 2009 - 201 ØS | |
| DATE OF MANUFACTURE 2009.11 | | 2009 - 217 ØT | |
| PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA | | XIAN XD HIGH VOLTAGE BUSHING CO.LTD MADE IN CHINA | |
| XI'AN XIBIAN ZHONG TE ELECTRIC CO.LTD | | | |
| <i>BUSHING TRANSFORMER BUSHING (BUSHING 20 kV)</i> | | | |
| TYPE BFW-24/1250-4M VOLTAGE 24 kV CURRENT 1250 A | | | |
| SER NO 090409 ØR | | PART NO 2042M | |
| 090407 ØS | | PART NO 2042M | |
| 090408 ØT | | PART NO 2042M | |
| 090419 ØN | | PART NO 2041L | |

3.2. Peralatan yang Digunakan

- Software ETAP Power Station 12.6.0 dan analisa data.

3.3. Konverter Daya Tiga Fasa^[7].

Konverter daya tiga fasa terdiri dari model rectifier, saluran DC, dan model inverter seperti di tunjukan pada gambar di bawah ini.



Gambar 3-2 Diagram Skema Konverter Daya Tiga Fasa

Untuk jaringan diantara sumber daya utama dan rectifier akan mengacu pada sisi ac dari rectifier, sedangkan pada jaringan dimana daya rata-rata meninggalkan inverter mengacu pada sisi ac dari inverter.

Saat sistem distribusi secara normal dioperasikan dengan cara radial, konverter tiga fasa yang dipergunakan diasumsikan bahwa aliran daya dari rectifier masuk kedalam saluran dc dan kemudian menuju inverter.

3.4. Model Rectifier

Model ekuivalen untuk rectifier yaitu baterai sebagai arus dc. Untuk tegangan didalam dc biasanya disupport dengan menggunakan kapasitor. Penggunaan kapasitor dan induktor yang dirancang sebagai filter yang berfungsi untuk mengurangi muatan harmonik. Sehingga tegangan dc dan arus ac diasumsikan menjadi konstan dan terbebas dari harmonisa.

3.5. Model Saluran DC

Dengan anggapan bahwa harmonisa yang disuntikan didalam rectifier dan inverter dapat diabaikan, maka saluran dc dimodelkan sebagai suatu rangkaian dc murni. Daya nyata (P_d) di transfer melalui saluran dc tanpa rugi-rugi yang didapatkan dari hasil perkalian dc (V_d) dengan arus yang melalui saluran dc tersebut.

3.6. Model Inverter

Inverter adalah perangkat yang dipergunakan untuk mengubah tegangan DC (Direct Current) menjadi tegangan AC (Alternating Current). Output suatu inverter dapat berupa tegangan AC dengan bentuk gelombang sinus (sine wave), gelombang kotak (square wave) dan sinus modifikasi (sine wave modified). Sumber tegangan input inverter dapat menggunakan battery, tenaga surya, atau sumber tegangan DC yang lain. Inverter dalam proses konversi tegangan DC menjadi tegangan AC membutuhkan suatu penaik tegangan berupa step up transformer.

3.7. UPS (Uninterruptible power supply)^[8]

UPS adalah singkatan dari Uninterruptible power supply sebagai alat back up listrik. Perkembangan UPS menjadi beberapa tipe diantaranya adalah :

1. Sps atau standby power system berfungsi memonitor tenaga listrik yang masuk akan mengalirkan listrik kedalam mode baterai (penyimpanan) saat problem terjadi.
2. On-line UPS tidak mengalirkan listrik pada saat problem terjadi yaitu ketika listrik mati maka UPS akan tetap mengalirkan listrik walaupun sumber utama tidak mati.

3.7.1. UPS Line Interactive

Merupakan jenis UPS yang dipakai untuk para pemilik bisnis kecil yang sudah membutuhkan jumlah arus listrik yang lebih besar. Kemampuannya di atas UPS standby dengan harga yang juga tentunya lebih mahal. Beberapa server milik pemerintah juga banyak yang menggunakan UPS jenis ini. Tingkat reliabilitasnya lebih tinggi dan mampu menyesuaikan jumlah voltage yang lebih tinggi dari peralatan.

3.7.2. UPS Offline

Prinsip kerjanya adalah pada saat UPS mendapat supply dari sumber listrik utama output UPS langsung dari sumber listrik utama. Pada saat sumber listrik utama mati atau diluar range yang telah ditentukan UPS bekerja dari inverter (Pengubah listrik DC dari Batterie menjadi Listrik AC 220). UPS jenis ini mempunyai kelemahan yaitu jika tegangan input naik turun maka tegangan output dari Ups ini akan naik turun juga.

3.7.3. UPS On Line

Prinsip kerjanya adalah UPS akan bekerja selalu dari inverter baik UPS bekerja dari sumber listrik utama maupun sumber listrik utama mati (UPS bekerja dari batterie). Jadi dikarenakan UPS selalu bekerja dari inverter maka tidak ada transfer time (waktu pindah) pada saat perpindahan dari batere ke sumber listrik utama begitu pula sebaliknya dan tegangan serta frekuensi output UPS juga akan sangat stabil.

Pada system online ini pada umumnya terdapat converter AC to DC sebagai pengganti batere pada saat UPS bekerja dari sumber listrik utama. Jadi perpindahan itu terjadi dari converter ke batere atau sebaliknya. Inverternya tetap bekerja untuk memberikan tegangan AC 220 pada output UPS. Sehingga tidak ada transfer time pada saat perpindahan dari sumber listrik utama ke batere atau sebaliknya.

3.8. Algoritma Untuk Solusi Aliran Daya Pada Konverter

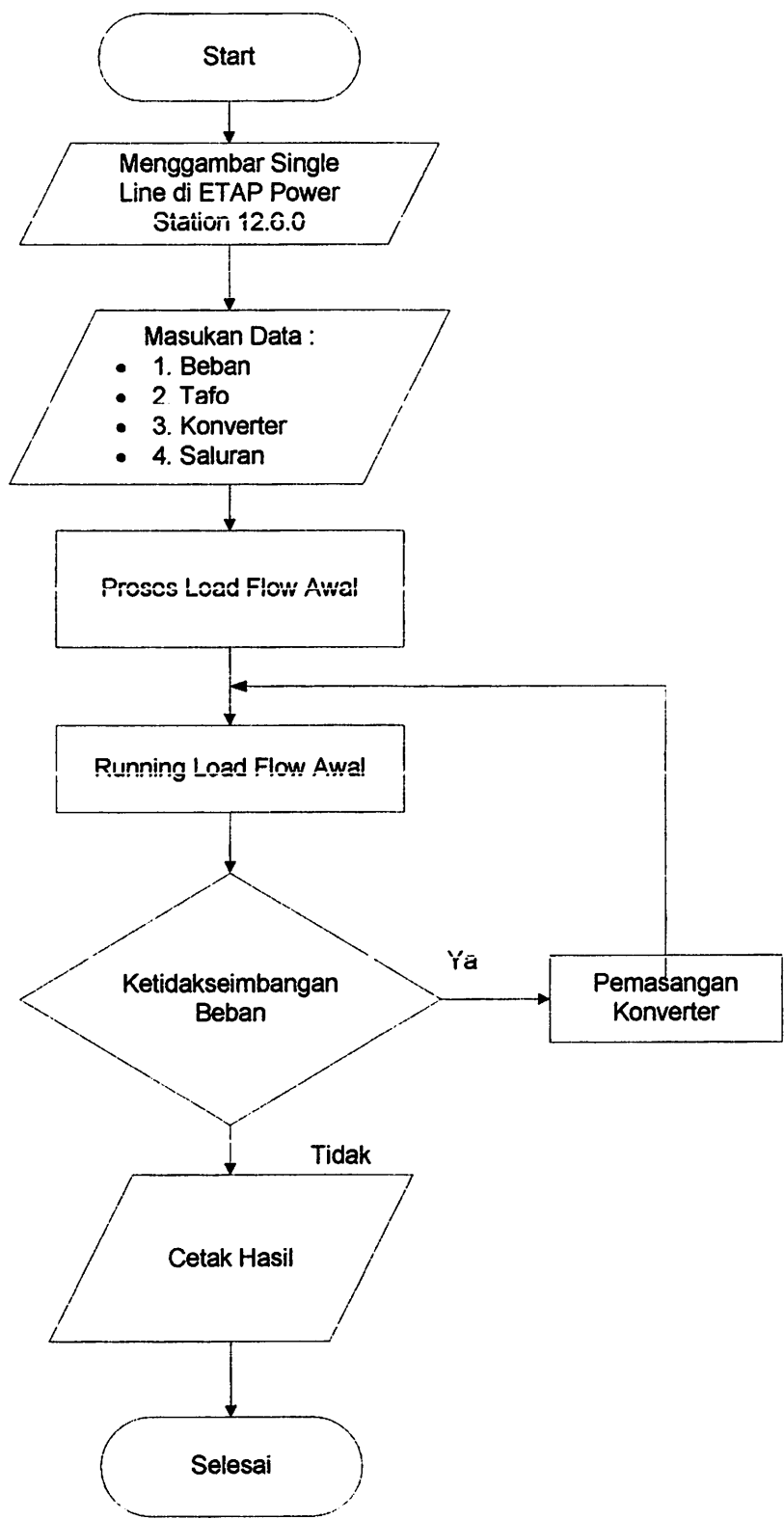
Suatu penyelesaian aliran daya telah dikembangkan untuk mengatasi persoalan ketidakstabilan daya pada sistem radial tiga fasa dengan konverter daya menggunakan model konverter yang dipakai sebelumnya. Langkah selanjutnya dari prosedur aliran daya dijelaskan sebagai berikut.

- 1) Membuat konfigurasi sesuai single line pada gardu induk sukorejo.
- 2) Mengamati suatu ketidakseimbangan profil tegangan yang terjadi pada outgoing gardu induk sukorejo.
- 3) Mengatur nilai parameter.
- 4) Menyelesaikan sisi ac dari inverter.
- 5) Menentukan koefisien-koefisien pembebanan.
- 6) Selesaikan model konverter, dengan inverter.
- 7) Menyelesaikan sisi ac rectifier.
- 8) Set nama file untuk menyimpan data hasil pengukuran.
- 9) Menjalankan program *ETAP Power Station 12.6.0* yang telah terdapat simulasi penelitian.
- 10) Mengamati data hasil simulasi sistem dan ketidakseimbangan yang terjadi pada sistem.

3.9. Algoritma Penyelesaian Masalah

1. Mulai.
2. Masukan inputan data beban per penyulang, data trafo, data konverter dan data saluran.
3. Proses load flow awal.
4. Running load flow metode newton rapshon.
5. Apakah terjadi ketidakseimbangan beban.
6. Jika ya, lakukan proses pemasangan konverter.
7. Jika tidak, lakukan proses selanjutnya.
8. Jika profil tegangan stabil atau seimbang, maka cetak hasil.
9. Selesai.

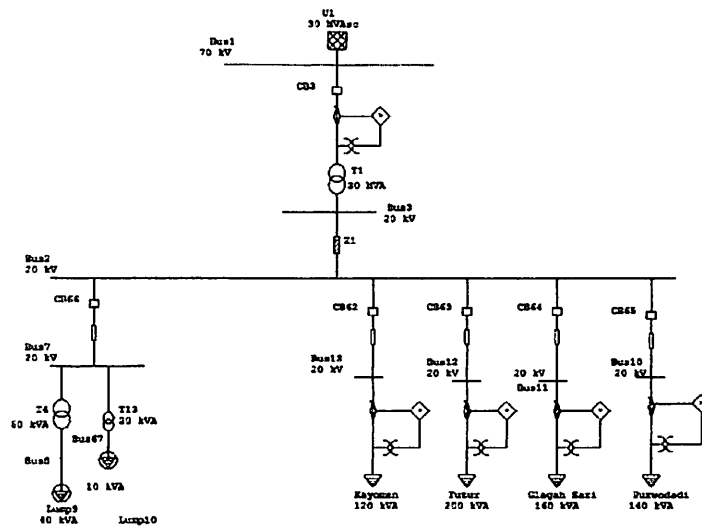
3.10. Flowchart Penyelesaian Masalah



Gambar 3-3 Flowchart Algoritma Penyelesaian Masalah

3.11. Perancangan Simulasi Menggunakan ETAP Power Station

1. Menggambar Single Line Diagram di ETAP Power Station Menggambar single line diagram pada software ETAP Power Station didasarkan pada single line diagram dari data yang diperoleh di Gardu Induk Sukorejo.



Gambar 3-4 Single Line Sitem Jaringan Kelistrikan di Gardu Induk Sukorejo

2. Menggambar Single Line Diagram di ETAP Power Station Menggambar single line saat terjadi ketidakseimbangan didasarkan pada single line diagram pada gambar 3-4 dari data yang diperoleh di Gardu Induk Sukorejo.

BAB IV
ANALISA PENGARUH PEMASANGAN KONVERTER DAYA
PADA OUT GOING GARDU INDUK SUKOREJO


4.1. Konverter pada Penyulang Kayoman

Untuk mendapatkan lokasi penempatan konverter pada jaringan distribusi primer, maka kita harus melihat dahulu besarnya ketidakseimbangan beban yang terjadi pada out going beban.

4.2. Data Pembebanan

Jaringan distribusi primer out going sukorejo menggunakan pembebanan dengan spesifikasi pada tabel 4-1.

Tabel 4-1 Data Pembebanan Pada Outgoing Gardu Induk Sukorejo



PT. PLN (PERSERO) P3B JBAPB JAWA TIMUR DAN BALI

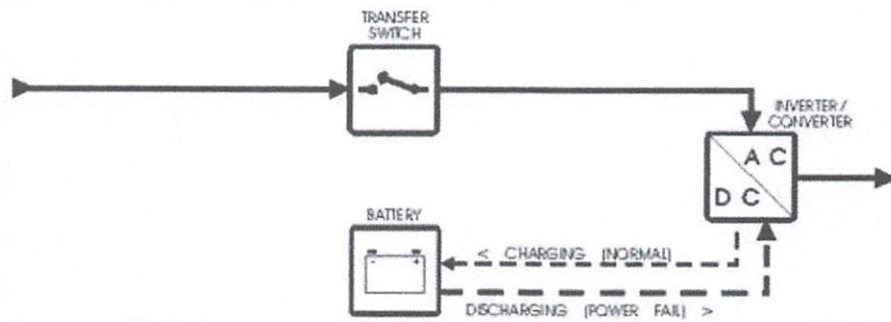
AREA PELAYANAN PEMELIHARAAN SUKOREJO

| ID | KD_GI | KD_PENYULANG | KD_GARDU | Σ DAYA (kVA) |
|--------------|-------|----------------------------|--------------------|------------------|
| 205022278 | SKRJO | Glagah Sari (GSARI) | DJ002 | 160 |
| 2075028287 | SKRJO | Kayoman (KYMAN) | DJ003 | 120 |
| 205022379 | SKRJO | Purwodadi (PDADI) | DJ004 | 140 |
| 205022491 | SKRJO | Tutur | DJ334 | 200 |
| | | | ALAMAT | TARIF/ Σ DAYA |
| 513580532603 | SKRJO | *PT.TIRTA BAHAGIA | DS.LEMAHBANG KM.53 | 13/40 |
| 513580491050 | SKRJO | *PT NIAGA SEJAHTERA PLASTI | DS.LEMAHBANG KM.53 | 13/10 |

Dengan mengacu pada gambar 3-1 single line diagram Gardu Induk Sukorejo, maka data pembebanan diperoleh dengan mengambil data dari masing-masing trafo distribsusi pada gardu induk penyulang sukorejo. Dimana besar keluaran ke pembebanan tidak sama.

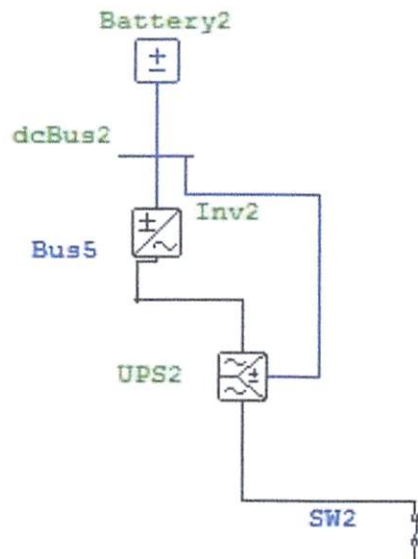
4.3. Konsep konverter

Konverter daya tiga fasa terdiri dari model rectifier, saluran DC, dan model inverter seperti di tunjukan pada gambar di bawah ini.



Gambar 4-1 Skema Konsep Konverter Daya Tiga Fasa.

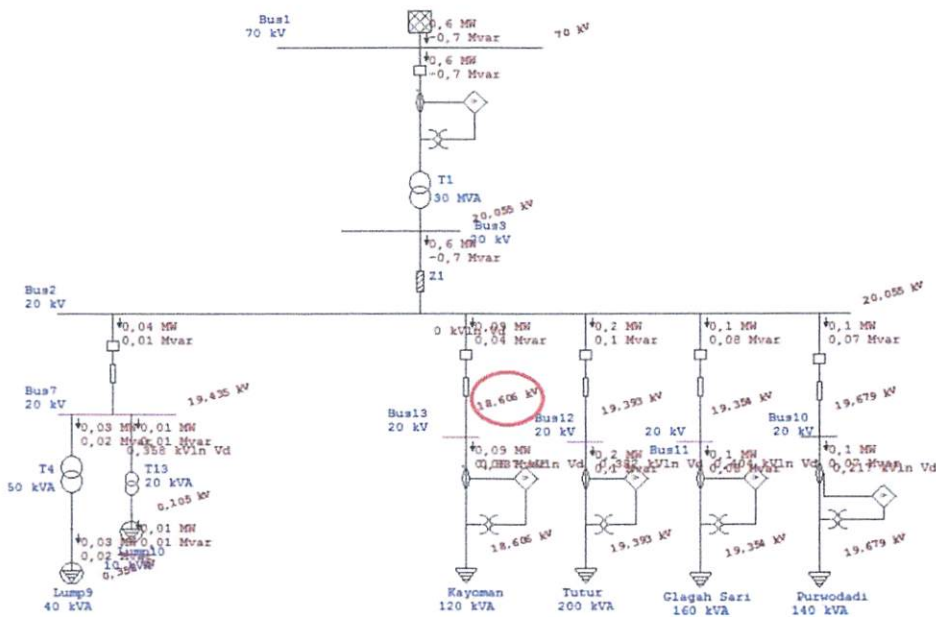
Berikut ini hasil skema pemasangan *Konverter* pada sistem *IEEE* di outgoing gardu induk sukorejo menggunakan program ETAp Power Station 12.6.0.



Gambar 4-2 Skema Konsep Konverter Daya Tiga Fasa
Pada Program ETAP Power Station 12.6.0.

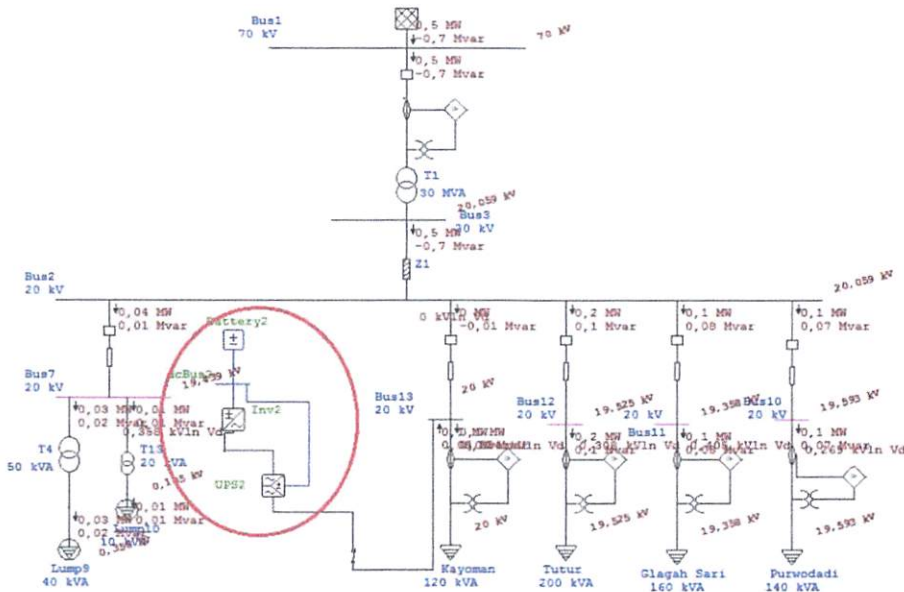
4.4. Analisa Jaringan Kelistrikan Di Gardu Induk Sukorejo Dengan Software ETAP Power Station

Analisa sistem jaringan menggunakan software ETAP dilakukan dengan membuat single line diagram pada ETAP Power Station dan memasukkan data trafo, beban, konverter, saluran yang terhubung dengan sistem 4.5 di bawah ini adalah gambar dimana single line jaringan outgoing kelistrikan gardu induk sukorejo sebelum menggunakan KONVERTER yang sudah digambar pada software ETAP Power Station.



Gambar 4-3 Hasil Load Flow Analysis Jaringan Kelistrikan Outgoing Gardu Induk Menggunakan Software ETAP Power Station Sebelum Pemakaian Konverter

Setelah selesai menggambar single line diagram jaringan kelistrikan pastikan semua data peralatan dimasukkan dengan benar, selanjutnya adalah melakukan load flow analysis untuk mengetahui kontinuitas dari sistem apakah sudah berjalan dengan normal dan apakah sebelum pemakaian KONVERTER sistem mengalami jatuh tegangan (Marginal).apabila sistem mengalami jatuh tegangan (Marginal) maka langkah selanjutnya yaitu load flow analysis dengan pemasangan KONVERTER apakah sistem stabil dan tidak mengalami jatuh tegangan.berikut gambar 4.6 sesudah pemakaian KONVERTER.



Gambar 4-4 Hasil Load Flow Analysis Jaringan Kelistrikan Outgoing Gardu Induk Sukorejo Menggunakan Software ETAP Power Station Sesudah Pemakaian Konverter

Setelah dilakukan Analisa Load Flow Hasil yang didapat bahwa sebelum pemakaian KONVERTER sistem mengalami jatuh tegangan (Marginal) dimana tegangan 0,95 pu sampai 0,98 pu dan sesudah pemakaian KONVERTER sistem stabil dimana tegangan 0,98 pu sampai 100 pu pada penyulang kayoman.

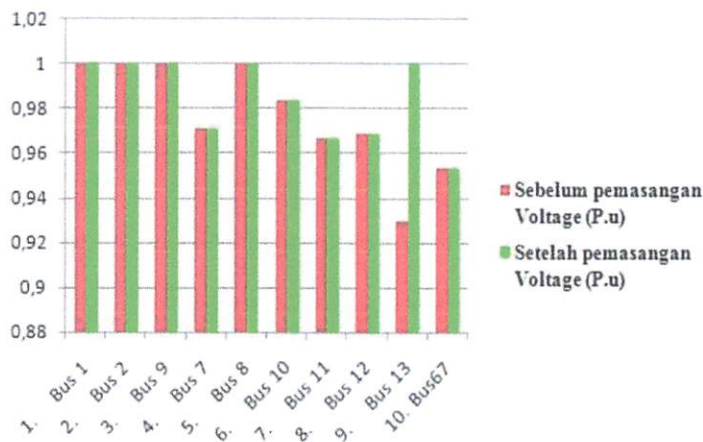
4.5. Analisa Data Jaringan Kelistrikan Sebelum Dan Sesudah Menggunakan Konverter di Outgoing Gardu Induk Sukorejo Dengan Software ETAP Power Station

Hasil dari sebelum dan sesudah pemakaian *KONVERTER* pada bus yang terjadi di ujung terima penyulang maka didapatkan perbandingan sebelum dan sesudah pemakaian *KONVERTER* adalah terlihat pada tabel 4-1 dibawah ini :

Tabel 4-2
Hasil Simulasi *Load Flow Analysis* Sebelum Pemasangan

| No | Bus ID | Nominal kV | Voltage (P.u) |
|-----|--------|---------------|------------------|
| 1 . | Bus1 | 70 | 1,00 |
| 2 . | Bus2 | 20 | 1,00 |
| 3 . | Bus9 | 0 | 1,00 |
| 4 . | Bus7 | 0.38 | 0,971 |
| 5 . | Bus8 | 20 | 1,00 |
| 6 . | Bus10 | 20 | 0,984 |
| 7 . | Bus11 | 20 | 0,967 |
| 8 . | Bus12 | 20 | 0,969 |
| 9 . | Bus13 | 20 | 0,93 |
| 10. | Bus67 | 0.11 | 0,953 |

Berdasarkan hasil loadflow dalam kondisi basecase diatas dan telah diketahui terjadi pelanggaran tegangan diluar margin yang diizinkan yaitu 0,95 p.u. sampai 1,05 p.u. maka dapat dilakukan perbaikan profil tegangan.



Grafik 4-1. Diagram Batang perbandingan Setelah Pemasangan Konverter dan Sebelum Pemasangan Konverter.

Berikut ini hasil profil tegangan sesudah pemasangan *Konverter* pada sistem *IEEE* di outgoing gardu induk sukorejo.

Tabel 4-3
Hasil Simulasi *Load Flow Analysis* Sebelum Pemasangan

| No | Bua ID | Nominal kV | Voltage (P.u) |
|-----|--------|------------|---------------|
| 1. | Bus 1 | 20 | 1.00 |
| 2. | Bus 2 | 20 | 1.00 |
| 3. | Bus 9 | 0 | 1.00 |
| 4. | Bus 7 | 0,38 | 0,971 |
| 5. | Bus 8 | 20 | 1.00 |
| 6. | Bus 10 | 20 | 0,984 |
| 7. | Bus 11 | 20 | 0,967 |
| 8. | Bus 12 | 20 | 0,969 |
| 9. | Bus 13 | 20 | 1,00 |
| 10. | Bus 67 | 0,11 | 0,953 |

4.6. Analisis Profil Tegangan dan Rugi-rugi Daya Pada Sistem Outgoing Gardu Induk Sukorejo dalam Kondisi *Base case*.

Dari hasil daya (*loadflow*) dalam kondisi *base case* yaitu dengan melepas (*off*) semua sumber daya reaktif pada sistem outgoing gardu induk sukorejo, dapat diketahui bahwa pada sistem tersebut terdapat penyulang yang mengalami kondisi *under voltage* atau dibawah 0,95 p.u, yang mana dapat dilihat pada tabel 4-3 dibawah ini.

Tabel 4-4 Profil Tegangan kondisi *base case*

| ID | Rating | Rated kV | Voltage pu Loading |
|-------------|---------|----------|-----------------------|
| Glagah Sari | 160 kVA | 20 | 96,7 |
| Kayoman | 120 kVA | 20 | 93,1 |
| Lump9 | 40 kVA | 0,38 | 100 |
| Lump10 | 10 kVA | 0,11 | 100 |
| Purwodadi | 140 kVA | 20 | 98,4 |
| Tutur | 200 kVA | 20 | 97 |

Pada penyulang yang berwarna merah diatas merupakan penyulang yang mengalami pelanggaran tegangan diluar margin yang sudah ditentukan, yaitu pada penyulang kayoman sebesar 0,93 p.u. Dibawah ini adalah tabel 4-4 perbandingan sesudah pemasangan dan sebelum pemasangan konverter.

Tabel 4-5 Perbandingan Antara Sesudah Pemasangan Konverter dan sebelum Pemasangan Konverter

| No | Bus ID | Sebelum pemasangan Voltage (P.u) | Setelah pemasangan Voltage (P.u) |
|-----|--------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1. | Bus 1 | 1,00 | 1,00 |
| 2. | Bus 2 | 1,00 | 1,00 |
| 3. | Bus 9 | 1,00 | 1,00 |
| 4. | Bus 7 | 0,971 | 0,971 |
| 5. | Bus 8 | 1,00 | 1,00 |
| 6. | Bus 10 | 0,984 | 0,984 |
| 7. | Bus 11 | 0,967 | 0,967 |
| 8. | Bus 12 | 0,969 | 0,969 |
| 9. | Bus 13 | 0,93 | 1,00 |
| 10. | Bus67 | 0,953 | 0,953 |

Dari hasil analisis, dapat diketahui bahwa setelah pemasangan KONVERTER dapat meningkatkan profil tegangan hingga berada pada margin yang diizinkan yaitu pada pada Gardu Induk Sukorejo penyulang kayoman yang terletak pada bus 13 dari 0,93 p.u. menjadi 1,00 p.u. Berikut dibawah ini rugi-rugi daya aktif (KW)dalam kondisi base case tabel 4-5.

Tabel 4-6 kondisi base case rugi-rugi daya aktif

| From Bus | To Bus | Sebelum Pemasangan Konverter | |
|----------|--------|------------------------------|-----------|
| | | kW Losses | kW Losses |
| Bus2 | Bus13 | 5,727 | 5,73 |
| Bus2 | Bus7 | 1,119 | 1,119 |
| Bus2 | Bus10 | 1,869 | 7,691 |
| Bus2 | Bus11 | 3,91 | 9,882 |
| Bus2 | Bus12 | 4,64 | 14,879 |
| Bus1 | Bus3 | 0,07 | 0,073 |
| Bus7 | Bus8 | 0,765 | 0,765 |
| Bus7 | Bus67 | 0,118 | 0,118 |
| Bus3 | Bus2 | 0,003 | 0,002 |

Berikut dibawah ini merupakan perbandingan rugi-rugi daya aktif (KW) dalam kondisi base case dan pemasangan Konverter.

Tabel 4-7 Perbandingan kondisi base case rugi-rugi daya aktif sebelum dan sesudah pemasangan konverter

| From Bus | To Bus | Sesudah Konverter | Sebelum Konverter |
|----------|--------|-------------------|-------------------|
| | | kW Losses | kW Losses |
| Bus2 | Bus13 | 0,013 | 5,73 |
| Bus2 | Bus7 | 1,119 | 1,119 |
| Bus2 | Bus10 | 1,87 | 7,691 |
| Bus2 | Bus11 | 3,911 | 9,882 |
| Bus2 | Bus12 | 4,642 | 14,879 |
| Bus1 | Bus3 | 0,067 | 0,073 |
| Bus7 | Bus8 | 0,765 | 0,765 |
| Bus7 | Bus67 | 0,118 | 0,118 |
| Bus3 | Bus2 | 0,002 | 0,002 |



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukannya analisa mengenai pengaruh konverter daya tiga fasa pada Out Going Gardu Induk Sukorejo pada penyulang Kayoman dengan bantuan program komputer pemrograman ETAP Power Station 12.6.0, maka dapat di ambil kesimpulan :

1. Pemasangan konverter pada penyulang kayoman mampu meminimalisir rugi-rugi daya yang semula pada bus 13 mengalami losses 5,73kW setelah pemasangan menjadi 0,13kW
2. Pemasangan konverter pada penyulang kayoman mampu menyeimbangkan sistem operasi yang pada awalnya beroperasi 0,93pu di bawah normal 0,95pu - 1,05pu yang mengalami undervoltage setelah pemasangan menjadi normal 1,00pu.

5.2. Saran

Berdasarkan analisa disini, diharapkan perhatian terhadap ketidakseimbangan beban lebih ditingkatkan karena pengaruh dari pada ketidakseimbangan itu sendiri menjadi suatu faktor yang sangat penting bagi kestabilan system juga mengurangi kerugian yaitu rusaknya peralatan listrik yang disebabkan oleh ketidakseimbangan beban.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Razvan stoicescu, Karen Miu, "*Theree-Phase Converter Models for Unbalanced Radial Power-Flow Studies*". IEEE Transaction On Power System, Vol. 17, No. 4, 2001.
- [2]. Paula A. N. Garcia, Jose luiz R. Preira, Sandoval Carneiro, Jr. Vander M. Da costa, and Nerlson Martin, "*Theree-Phase Power Flow Calculations Using Current Injection Method*". IEEE Transaction Power System. Vol 15, No. 2, May 2000.
- [3]. Basri, Hasan. 1997. "Sistem Distribusi Daya Listrik". Jakarta ; ISTN.
- [4]. William D. Stevenson, Jr. 1998. "Analisa Sistem Tenaga Listrik". Edisi Keempat. Jakarta ; Erlangga.
- [5]. Gupta. B.R. 1998, Power System Analysis and Design, Third Edition, Wheeler Publishing.
- [6]. Anderson, Goran, 2004, Modelling and Analysis of Electric Power System
Basri, H. 1993. ISTN. Jakarta.
- [7]. <http://www.duniaelektronika.com>



LAMPIRAN



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I: Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Telp.(0341) 551431 (Hunting), Fax (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II: Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp.(0341) 417636 fax (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : SYAIFUL ARIF YULIANTO
NIM : 1212018
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO S-1
Konsentrasi : TEKNIK ENERGI LISTRIK
Judul Skripsi : ANALISA KONVERTER DAYA SEBAGAI PENYEIMBANG
JARINGAN 3 FASA UNTUK MEMINIMALISIR RUGI-RUGI
DAYA PADA OUT GOING GARDU INDUK SUKOREJO

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :

Hari : Kamis
Tanggal : 18 Agustus 2016
Dengan Nilai : 75,6 (B+)

Panitia Ujian Skripsi

Ketua Majelis Penguji

M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P. 1030100358

Sekretaris Majelis Penguji

Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT
NIP.P. 1030100361

Anggota Penguji

Penguji I

Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP.Y. 103 890 0209

Penguji II

Lauhil Mahfudz Hayusman, ST, MT
NIP.P. 103 140 0472



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO


Formullr Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. Energi Listrik / T. Elektronika / T. Infokom, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : Syariful Arif Yulianto
NIM :
Perbaikan meliputi : 1212018.

1. Tujuan dan kesimpulan disinkronkan!
2. Judul : Minimalisir rugi² daya?
Kesimpulan harap dicek!
3. Rugi² daya sebelum dan sesudah dipasang konverter?
4. Perbaikan penulisan, spasi, besar huruf dsb.
5. Judul, Tujuan & kesimpulan harap disinkronkan

Malang,

()



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK




PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Program Studi Teknik Elektro jenjang Strata satu (S-1)
yang dilaksanakan pada:

Hari : Kamis
Tanggal : 18 Agustus 2016

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

Nama : SYAIFUL ARIF YULIANTO
NIM : 1212018
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO S-1
Konsentrasi : TEKNIK ENERGI LISTRIK
Judul Skripsi : **ANALISA KONVERTER DAYA SEBAGAI
PENYEIMBANG JARINGAN 3 FASA UNTUK
MEMINIMALISIR RUGI-RUGI DAYA PADA
OUTGOING GARDU INDUK SUKORERJO**

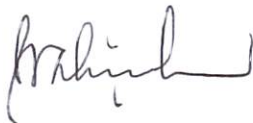
| No | Materi Perbaikan | Keterangan |
|----|--|--|
| 1 | Tujuan dan Kesimpulan di sinkronkan |  |
| 2 | Rugi-rugi daya sebelum dan sesudah di pasang konverter |  |
| 3 | Perbaikan pengetikan, spasi, besar huruf, dsb |  |

Dosen Penguji I



Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP.Y. 103 890 0209

Dosen Pembimbing I



Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE
NIP.Y. 1018500108

Dosen Pembimbing II



Bambang Prio Hartono, ST, MT
NIP. Y. 1028400082



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Program Studi Teknik Elektro jenjang Strata satu (S-1) yang dilaksanakan pada:

Hari : Kamis
Tanggal : 18 Agustus 2016

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

Nama : SYAIFUL ARIF YULIANTO
NIM : 1212018
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO S-1
Konsentrasi : TEKNIK ENERGI LISTRIK
Judul Skripsi : **ANALISA KONVERTER DAYA SEBAGAI
PENYEIMBANG JARINGAN 3 FASA UNTUK
MEMINIMALISIR RUGI-RUGI DAYA PADA
OUTGOING GARDU INDUK SUKORERJO**

| No | Materi Perbaikan | Keterangan |
|----|--|------------|
| 1 | Tujuan dan kesimpulan disinkronkan | |
| 2 | Fonts (huruf) diseragamkan | |
| 3 | Rugi-rugi daya sebelum dan sesudah di pasang konverter | |
| 4 | Flowchart di perbaiki | |

Dosen Penguji II

Lauhil Mahfudz Hayusman, ST, MT
NIP.P. 1031400472

Dosen Pembimbing I

Prof.Dr.Eng.Ir.Abraham Lomi, MSEE
NIP. Y.1018500108

Dosen Pembimbing II

Bambang Prio Hartono ST, MT
NIP. Y. 1028400082



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I: Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Telp.(0341) 551431 (Hunting), Fax (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II: Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp.(0341) 417636 fax (0341) 417634 Malang

MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI
SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2015-2016

Nama : SYAIFUL ARIF YULIANTO
Nim : 1212018
Masa Bimbingan : SEMESTER GENAP 2015 – 2016
Judul Skripsi : ANALISA KONVERTER DAYA SEBAGAI PENYEIMBANG
JARINGAN 3 FASA UNTUK MEMINIMALISIR RUGI-RUGI DAYA
PADA OUTGOING GARDU INDUK SUKOREJO

| No. | Tanggal | Uraian | Paraf Pembimbing |
|-----|------------|------------------------------------|------------------|
| 1 | 12-03-2016 | Revisi tujuan dan rumusan masalah | |
| 2 | 16-03-2016 | Perbaikan flowchart | |
| 3 | 27-04-2016 | Bimbingan mengenai Konverter | |
| 4 | 29-03-2016 | Acc makalah seminar proposal | |
| 5 | 12-05-2016 | Bimbingan Makalah seminar progress | |
| 6 | 20-05-2016 | Acc makalah seminar progres | |
| 7 | 21-07-2016 | Bimbingan BAB 1-5 | |
| 8 | 19-07-2016 | Bimbingan makalah seminar hasil | |
| 9 | 24-08-2016 | Acc skripsi | |

Malang, Agustus 2016

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE.
NIP.Y. 1018500108












PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I: Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Telp.(0341) 551431 (Hunting), Fax (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II: Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp.(0341) 417636 fax (0341) 417634 Malang

MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI
SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2015-2016

Nama : SYAIFUL ARIF YULIANTO
Nim : 1212018
Masa Bimbingan : SEMESTER GENAP 2015 – 2016
Judul Skripsi : ANALISA KONVERTER DAYA SEBAGAI PENYEIMBANG
JARINGAN 3 FASA UNTUK MEMINIMALISIR RUGI-RUGI DAYA
PADA OUTGOING GARDU INDUK SUKOREJO

| No. | Tanggal | Uraian | Paraf Pembimbing |
|-----|------------|--|---|
| 1 | 12-03-2016 | Bimbingan laporan skripsi Bab 1 dan Bab 2 |  |
| 2 | 18-03-2016 | Konsultasi penulisan |  |
| 3 | 25-05-2016 | Bimbingan hasil load flow kondisi (awal) <i>base case</i> |  |
| 4 | 13-06-2016 | Bimbingan makalah seminar progress berupa Abstrak dan Kata Pengantar |  |
| 5 | 20-06-2016 | Bimbingan <i>flowchart</i> dan revisi <i>flowchart</i> |  |
| 6 | 27-06-2016 | Bimbingan laporan skripsi Bab 3 |  |
| 7 | 23-07-2016 | Bimbingan hasil loadflow tegangan(p.u) kondisi <i>base case</i> . |  |
| 8 | 25-07-2016 | Bimbingan laporan skripsi Bab 4 dan Bab 5 |  |
| 9 | 11-08-2016 | Bimbingan dan ACC laporan skripsi |  |

Malang, Agustus 2016

Dosen Pembimbing



Bambang Prio Hartono, ST, MT

NIP. Y. 1028400082

PERMOHONAN PERSETUJUAN SKRIPSI

bertanda Tangan Dibawah Ini:

Syaiful Arie Yuhanto

12.12.2018

VIII (delapan)

Teknologi Industri

Teknik Elektro S-I

TEKNIK ENERGI LISTRIK

TEKNIK ELEKTRONIKA

TEKNIK KOMPUTER DAN INFORMATIKA

TEKNIK KOMPUTER

TEKNIK TELEKOMUNIKASI

Sibon Candiwates jawi Prigen

Dengan ini kami mengajukan permohonan untuk mendapatkan persetujuan untuk membuat SKRIPSI Sarjana. Untuk melengkapi permohonan tersenut, bersama ini kami lampirkan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi.

persyaratan-persyaratan pengambilan SKRIPSI adalah sebagai berikut:

1. Telah melaksanakan semua praktikum sesuai dengan konsentrasinya (.....)
2. Telah lulus dan menyerahkan laporan Praktek Kerja (.....)
3. Telah lulus seluruh mata kuliah keahlian (MKB) sesuai konsentrasinya (.....)
4. Telah menempuh matakuliah > 134 sks dengan IPK > 2 dan tidak ada nilai E (.....)
5. Telah mengikuti secara aktif kegiatan seminar Skripsi yang diadakan Jurusan (.....)
6. Memenuhi persyaratan administrasi (.....)

an permohonan ini untuk mendapatkan penyelesaian lebih lanjut dan atas perhatiannya kami ucapkan
kasih.

telitilite kebenarannya data tersebut diatas

Recording Teknik Elektro S-I

(.....)

Malang, 11. Februari 2016

Pemohon

(.....)

Disetujui

Ketua Prodi Teknik Elektro S-I

M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP. P. 1030100358

Mengetahui

Dosen Wali

(.....)

an:

mahasiswa yang telah memenuhi persyaratan mengambil SKRIPSI agar membuat proposal dan mendapat
putusan dari Ketua Prodi T. elektro S-I

1. IP 393.5 / 138 = 2.85

2. - MK 138

3. - MK 138 sistem Transmisi daya -> EL 6148 -> E



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor : ITN-253/EL-FTI/2015
Lampiran : -
Perihal : Survey Pengambilan Data Skripsi

5 April 201

Kepada : Yth.Bp. **Pimpinan PT. PLN (PERSERO) Area Pasuruan**
di – Pasuruan

Dengan hormat,

Bersama ini kami mohon kebijaksanaan Bapak/Ibu agar mahasiswa kami dari Program Studi Teknik Elektro S-1, Konsentrasi T. Energi Listrik, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang dapat diijinkan untuk melakukan survey dalam rangka pengambilan data skripsi, mulai tanggal 11 April 2016 sampai dengan 11 Mei 2016.

Mahasiswa tersebut adalah:

| No | Nama | NIM |
|----|-----------------------|---------|
| 1. | Syaiful Arif Yulianto | 1212018 |
| 2. | | |
| 3. | | |
| 4. | | |

Demikian atas perhatian dan kebijaksanaannya kami ucapkan terima kasih.



Ketua
Program Studi Teknik Elektro S-1

M. Ibrahim Ashari, ST, MT.
NIP.P. 1030100358



PT PLN (Persero)
AREA PASURUAN
RAYON SUKOREJO

Jl. Raya Buluagung No.56 Purwosari

Telp. : (0343) 123
Kotak Pos :

Telex :
Faximilie : (0343) 613770

Alamat Kawat :
Email :

Nomor : 83 / LOG.OO1 / RYN-SKR / 2016
Lampiran : 1 lembar
Sifat : Penting
Perihal : Pelaksanaan Survei
Maha siswa ITN

Kepada
Yth :
Institut Tehnolologi Nasional
Malang

Dengan ini kami memberitahukan bahwa maha siswa dari ITN Malang yang bernama Syaiful Arif Yulianto, Nim 1212018, Telah selesai mengadakan survei Di PT PLN (Persero) Rayon Sukorejo dalam pelaksanaan dimulai tanggal, 11 April 2016 s/d 09 Mei 2016,

Demikian pemberitahuan atas kerja samanya kami ucapkan Terima kasih

Hormat kami
Manager



BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S1

| | |
|-------------|----------------------|
| KONSENTRASI | T. Energi Listrik S1 |
|-------------|----------------------|

| | | | | |
|----|----------------|-----------------------|-------|----------------|
| 1. | Nama Mahasiswa | Syaiful Arif Yulianto | NIM | 1212018 |
| 2. | Keterangan | Tanggal | Waktu | Tempat / Ruang |
| | Pelaksanaan | | | |

| | | | | |
|--|----|------------------------|----|----------------------------|
| Spesifikasi Judul (berilah tanda silang *) | | | | |
| 3. | a. | Sistem Tenaga Elektrik | e. | Embbded System |
| | b. | Konversi Energi | f. | Antar Muka |
| | c. | Sistem Kendali | g. | Elektronika Telekomunikasi |
| | d. | Tegangan Tinggi | h. | Elektronika Instrumentasi |
| | | | i. | Sistem Informasi |
| | | | j. | Jaringan Komputer |
| | | | k. | Web |
| | | | l. | Algoritma Cerdas |

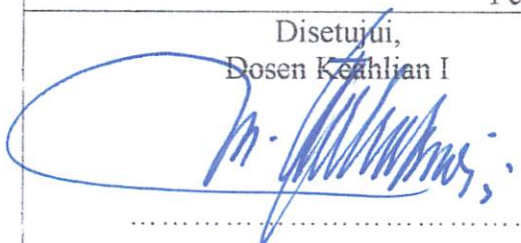
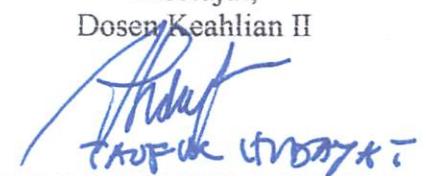
| | | |
|----|--|--|
| 4. | Judul Proposai yang diseminarkan Mahasiswa | Analisis Konverter Daya Sebagai Penyeimbang Jaringan 3 Fasa Untuk Meminimalisir Rugi-Rugi Daya Pada Sistem Distribusi Primer 20 kV Di ardu Induk PT. PLN (Persero) Distribusi Pasuruan Rayon Sukorjo |
|----|--|--|


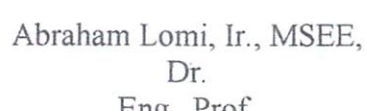

| | | |
|----|---|----------------------------------|
| 5. | Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian | |
|----|---|----------------------------------|

| | | |
|----|-----------|----------------------------------|
| 6. | Catatan : | |
|----|-----------|----------------------------------|



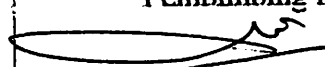
| | | |
|--|-----------|----------------------------------|
| | Catatan : | |
|--|-----------|----------------------------------|

| | |
|---------------------------|--|
| Persetujuan Judul Skripsi | |
|---------------------------|--|

| | | |
|----|--|--|
| 7. | Disetujui, Dosen Keahlian I | Disetujui, Dosen Keahlian II |
| |  |  |

| | | |
|---|---|--|
| Mengetahui, Ketua Jurusan | Disetujui, Calon Dosen Pembimbing | |
| | Pembimbing I | Pembimbing II |
|  |  |  |
| M. Ibrahim Ashari, ST, MT NIP. P. 1030100358 | Abraham Lomi, Ir., MSEE, Dr. Eng., Prof. | Bambang Prio Hartono, ST., MT |

BERITA ACARA SEMINAR PROGRESS SKRIPSI PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S1

| | | | |
|-------------|--|---|---|
| KONSENTRASI | | T. Energi Listrik | |
| 1. | Nama Mahasiswa | Syaiful Arif Yulianto | NIM 1212018 |
| 2. | Keterangan | Tanggal | Waktu |
| | Pelaksanaan | | Tempat / Ruang |
| 3. | Judul Skripsi | Analisis Konverter Daya Sebagai Pencyimbang Jaringan 3 Fasa Untuk Meminimalisir Rugi-Rugi Daya Pada Sistem Distribusi Primer 20 kV Di ardu Induk PT. PLN (Persero) Distribusi Pasuruan Rayon Sukorjo | |
| 4. | Perubahan Judul | | |
| 5. | Catatan : | <p>Progress ok → dapat catat</p> <p>1. kelengkapan sistem ARTA IV di mana sub-sistem Pasuruan ada</p> <p>2. Penasept konverter daya akan minimal rugi? ada</p> <p>3. kelengkapan data yg diperlukan untuk menjalankan program</p> | |
| 6. | Mengetahui, Ketua Jurusan. | Disetujui, Dosen Pembimbing | |
| |  M. Ibrahim Ashari, ST, MT | Pembimbing I  Abraham Lomi, Ir., MSEE, Dr. Eng., Prof. | Pembimbing II  <u>Ramhang Prio Hartono</u> , ST., MT |



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCA SARJANA MAGISTER TEKNIK

SERO) MALANG
GA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Surat : ITN-204/EL-F11/2015

8 Maret 2016

ran : -
l : BIMBINGAN SKRIPSI (Baru)

a : Yth. Bapak/Ibu Abraham Lomi, Ir., MSEE, Dr.
Eng., Prof.

Dosen Teknik Elektro S-1
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa:

Nama : Syaiful Arif Yulianto
Nim : 1212018
Fakultas : Teknologi Industri
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : T. Energi Listrik S1

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

“ Semester Genap Tahun Akademik 2015-2016 ”

Demikian atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.

Mengetahui

Kepada Program Studi Teknik
Elektro S-1



M. Ibrahim Ashari, ST, MT

NIP.P. 1030100358



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

SERO) MALANG
IGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

or Surat : ITN-204/EL-FTI/2015

8 Maret 2016

piran : -

nal : BIMBINGAN SKRIPSI (Baru)

ada : Yth. Bapak/Ibu **Bambang Prio Hartono, ST., MT**

Dosen Teknik Elektro S-1

ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa:

Nama : Syaiful Arif Yulianto

Nim : 1212018

Fakultas : **Teknologi Industri**

Program Studi : **Teknik Elektro S-1**

Konsentrasi : T. Energi Listrik S1

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

" Semester Genap Tahun Akademik 2015-2016"

Demikian atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.

Mengetahui

Program Studi Teknik Elektro S-1



M. Ibrahim Ashari, ST, MT

NIP.P. 1030100358



PT. PLN (PERSERO) P3B JBAPB JAWA TIMUR DAN BALI

AREA PELAYANAN PEMELIHARAAN SUKOREJO

| ID | KD_GI | KD_PENYULANG | KD_GARDU | Σ DAYA (kVA) |
|--------------|-------|-------------------------------|-----------------------|------------------|
| 205022278 | SKRJO | Glagah Sari (GSARI) | DJ002 | 160 |
| 2075028287 | SKRJO | Kayoman (KYMAN) | DJ003 | 120 |
| 205022379 | SKRJO | Purwodadi (PDADI) | DJ004 | 140 |
| 205022491 | SKRJO | Tutur | DJ334 | 200 |
| | | | ALAMAT | TARIF/ Σ DAYA |
| 513580532603 | SKRJO | *PT.TIRTA BAHAGIA | DS.LEMAHBANG KM.53 | 13/40 |
| 513580491050 | SKRJO | *PT NIAGA SEJAHTERA PLASTI | DS.LEMAHBANG KM.53 | 13/10 |

PT. PLN (Persero) UPJ Sukorejo

FRENDI SURYADI

